

CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Energiegebruik in de veevoerketen

Inventarisatie t.b.v. MJA2

Rapport

Delft, januari 2007

Opgesteld door: M.N. (Maartje) Sevenster
D.H. (Derk) Hueting



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

M.N. (Maartje) Sevenster
Energiegebruik in de veevoerketen : Inventarisatie t.b.v. MJA2
Delft, CE, 2007

Veeteelt / Veehouderijen / Veevoeder / Landbouwmethoden / Kunstmest / Energieverbruik / Analyse /

Publicatienummer: 07.6136.01

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgever: SenterNovem
Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Maartje Sevenster.

© copyright, CE, Delft

CE

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: www.ce.nl.

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Achtergrond : de agrosector en MJA2	3
1.2 Aanpak van deze studie	4
1.3 Afbakening	5
1.4 Leeswijzer	7
2 Veevoer in Nederland	9
2.1 Belangrijkste grondstoffen	9
2.1.1 Herkomst	10
2.2 Rantsoenen	11
2.2.1 Varkens	11
2.2.2 Rundvee	12
3 Energiegebruik in de voerketen	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Beschrijving keten en data	15
3.3 Bepaling van het energiegebruik	17
3.4 Mogelijke maatregelen	21
3.4.1 Kunstmest	21
3.4.2 Teelt	22
3.4.3 Verwerking	22
3.4.4 Transport	23
3.4.5 Mengvoerassemblage	23
3.4.6 Rantsoensamenstelling	24
3.4.7 Rantsoen: soja	25
3.4.8 Veehouderij	26
3.5 Veevoer binnen MJA2	26
3.5.1 Efficiëntieverbeteringen	26
3.5.2 DKE en de rest van de keten	27
4 Kansen in de keten	29
4.1 Stand van zaken	29
4.2 Hoe verder?	30
Literatuur	33
A Grondstoffen	43
B Details per grondstof	51
C Algemeen	71

Samenvatting

De agrosector is een belangrijke sector voor de Nederlandse economie. Het aandeel van het Nederlandse agrocomplex in de totale nationale toegevoegde waarde en in de werkgelegenheid is ongeveer 10%. De dierlijke sectoren hebben hierin een aanzienlijke rol en zorgden in 2002 voor een toegevoegde waarde van bijna 12 miljard Euro. Ook aan milieudruk dragen de dierlijke agrosectoren bij en een belangrijk deel hiervan hangt samen met het gebruik van veevoer.

Met het oog op kansen voor het verhogen van de eco-efficiëntie van deze sectoren wordt daarom in deze studie een analyse gemaakt van energiegebruik in de veevoerketen, met overkoepelend drie doelen:

- *een update van deels verouderde cijfers; er wordt nu nog veel gebruik gemaakt van gegevens uit begin jaren 90 en met name de samenstelling van het veevoer is sindsdien sterk veranderd;*
- *een zo compleet mogelijk overzicht van energiegebruik in de veevoerketen als handreiking naar de verschillende ketenspelers;*
- *een aanleiding voor de agrosectoren om van discussie tot actie en ketensamenwerking - bijvoorbeeld binnen het programma DKE - over te gaan.*

De in deze studie beschouwde voergrondstoffen beslaan in totaal 62 PJ aan primaire energie. Ruim de helft van dit energiegebruik vindt buiten Nederland plaats. Transport is gemiddeld voor een kwart van het energiegebruik verantwoordelijk en teelt, inclusief kunstmestgebruik, voor 30%. Sojaschroot is de grondstof met de grootste bijdrage aan het energiebeslag van 18% in 2004. De gemiddelde energie-inhoud van de in deze studie beschouwde krachtvoeringrediënten is 4,4 MJ/kg.

Het indirecte energiegebruik via krachtvoer bedraagt voor de MJA2-sectoren zuivel en vleesverwerking ruim de helft van het totale energiegebruik. Dit betekent dat er veel ruimte is om via ketenmaatregelen aan de totale energie-efficiëntie te werken. De mogelijkheid om via verbredingsthema's aan energie-efficiëntie te werken is voor de twee sectoren dus erg interessant, zeker omdat ook een belangrijk deel van de kosten voor rekening van voer komt (Oostdijk, 2003). Alleen al recente verschuivingen in rantsoenen zouden binnen MJA2 tot een energie-efficiëntie verbetering van 7 à 10% kunnen leiden. Ter vergelijking: de gerapporteerde energie-efficiëntie verbetering op het gebied van "energiezuinige productontwikkeling" is in beide sectoren minder dan 0,5% (MJA-resultaten 2004/2005, SenterNovem).

Er is een veelheid aan maatregelen denkbaar, maar de haalbaarheid daarvan varieert, zowel in technische als in economische zin. Bovendien moet uiteraard geopereerd worden binnen de randvoorwaarden van milieubeleid, zoals mineralenbeleid, en kwaliteit- en hygiëneregelgeving. Er is echter ook synergie met dergelijk beleid en regelgeving mogelijk.

Het ligt voor de hand dat de verschillende partijen in een keten de verantwoordelijkheid samen oppakken. In sectoren met een sterke verticale integratie kunnen grote spelers ook op eigen initiatief invloed uitoefenen, maar voor kleinere spelers die in de keten ook letterlijk verder weg staan van - in dit geval - productie en gebruik van veevoer is samenwerking de sleutel tot succes bij het nemen van ketenverantwoordelijkheid. Zo'n samenwerking kan op verschillende manieren worden opgezet :

- 'verticale' samenwerking, zoals verbanden van veehouders, slachters en slagerijen of zuivelcoöperaties;
- 'horizontale' samenwerking, waarmee een aantal kleine partijen met min of meer dezelfde positie in de keten krachten bundelen;
- 'kruislingse' samenwerking, waarin afnemers van verschillende bijproducten in één keten of verschillende afnemers van veevoer samen optrekken.

Alle drie kunnen binnen de context van MJA2 worden opgepakt. Al bestaande verticale structuren zouden kunnen worden uitgebreid door een nog groter deel van de keten onder te brengen in het convenant. Met name de mengvoerproducenten spelen een sleutelrol in het in deze studie bekeken energiegebruik. Het is van belang dat ook zij hun ketenverantwoordelijkheid nemen samen met hun leveranciers en afnemers. Door deelnemer aan de Meerjaren Afspraken te worden zou die sector dat kunnen oppakken. Voor horizontale samenwerking biedt MJA2 al een forum, omdat deelnemende bedrijven van één sector in grote lijn dezelfde belangen hebben.

Een pad van kruislingse samenwerking binnen MJA2 zou zeker nieuwe ideeën opleveren. Hierbij valt te denken aan interactie tussen de zuivel- en de vleesverwerkende sector, maar ook de MVO-sector - als speler in een andere "tak" van de oliezaaketen - en andere bedrijfstakken uit de voedingsmiddelenindustrie - als leveranciers van bijproducten voor veevoer – kunnen hierbij horen.

Via het DKE-programma kunnen bedrijven met geschikte partners op zoek naar mogelijkheden. De potentiële energiebesparing in de veevoerketen is groot en de doelstelling van DKE voor 2012 om 5 PJ besparing in agroketens te bewerkstelligen zou hiermee zeker voor een belangrijk deel kunnen worden ingevuld.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond : de agrosector en MJA2

De agrosector is een belangrijke sector voor de Nederlandse economie. Het aandeel van het Nederlandse agrocomplex in de totale nationale toegevoegde waarde en in de werkgelegenheid is ongeveer 10% (LNV, 2005). De dierlijke sectoren hebben hierin een aanzienlijke rol en zorgden in 2002 voor een toegevoegde waarde van bijna 12 miljard Euro (PVE, 2006). Ook wat milieudruk betreft speelt de agrosector op dit moment een belangrijke rol binnen Nederland (CE, 2006b). Een aanzienlijk deel van deze milieudruk hangt samen met de invoer van landbouwproducten, waaronder veevoer, en treedt op in het buitenland¹.

Het is daarom belangrijk aandacht te besteden aan het behouden van deze productiviteit met vermindering van de milieudruk die ermee gepaard gaat. Het verbeteren van de eco-efficiëntie in deze agroketens met focus op energiegebruik is het uitgangspunt van het programma Duurzame Ketens en Energiebesparing (DKE). Dit programma is onderdeel van het convenant Meerjarenaafspraken Energie-efficiëntie (MJA2), waarin speciaal de mogelijkheid is opgenomen om energiebesparing te realiseren in de keten van producten².

Energie in de keten wordt ook wel indirecte energie genoemd, ter onderscheid van het directe energiegebruik in de vorm van brandstof en elektriciteit dat op de locatie van het bedrijf zelf plaats vindt. De mogelijkheid om binnen het convenant het indirecte energiegebruik te verminderen biedt voor met name voor de dierlijke agrosectoren grote kansen, omdat het indirecte energiegebruik een belangrijk deel van het totale energiegebruik uitmaakt. Zo blijkt uit de Uitgebreide Energiestudie (UES) Zuivelindustrie (Oldenhof, 2004) dat ongeveer de helft (45%) van het energiegebruik over de hele zuivelketen voor rekening van het veevoer komt. Hierin spelen transport, het drogen van grondstoffen en het gebruik van kunstmest een grote rol. Voor de vleesketen³ geldt in grote lijn hetzelfde. Hoewel voer niet is meegenomen in de UES vleesverwerkende industrie (Stegers, 2004), geven studies aan dat ook voor vlees ruim de helft van het ketenenergiegebruik van het eindproduct (bijvoorbeeld Nieuwland, 2002; Carlsson, 2000) optreedt bij de productie van voeders.

Omdat zowel zuivel- als vleesverwerkende bedrijven deelnemen aan MJA2 is het voor deze bedrijven interessant om zicht te hebben op de besparingsmogelijkheden in de keten. De kansen die hier liggen om via maatregelen in het veevoer de totale energie-efficiëntie binnen het lopende convenant te verbeteren zijn moge-

¹ Omdat Nederland echter een groot exporteur is van producten in een aantal van de materiaalketens, waaronder veel dierlijke materialen, heeft ook buitenlandse consumptie weer een aanzienlijk aandeel in de milieudruk binnen Nederland.

² In MJA2-termen wordt ook wel gesproken van “verbredingsthema’s” en “energiezuinige productontwikkeling”.

³ Voor vlees geldt wel dat de bereiding door de consument veel energie kan kosten; we bedoelen hier de keten tot en met retail.

lijk groot en via het DKE-programma kunnen bedrijven deze kansen via ketensamenwerking oppakken.

SenterNovem heeft daarom aan CE gevraagd een overzicht van het energiegebruik in de keten en van de mogelijke maatregelen om dit te verminderen op te stellen. Het materiaal dat in deze studie wordt verzameld dient drie doelen:

- *een update van deels verouderde cijfers; er wordt nu nog veel gebruik gemaakt van gegevens uit begin jaren 90 en met name de samenstelling van het veevoer is sindsdien sterk veranderd;*
- *een zo compleet mogelijk overzicht van energiegebruik in de veevoerketen als handreiking naar de verschillende ketenspelers;*
- *een aanleiding voor de agrosectoren om van discussie tot actie en ketensamenwerking - bijvoorbeeld binnen het programma DKE - over te gaan.*

Het gaat in dit onderzoek niet over de vraag wie de verantwoordelijkheid heeft of moet nemen voor maatregelen in dit deel van de keten, maar alleen om inzicht in omvang en - theoretische - mogelijkheden tot vermindering van energiegebruik. Niet alleen de zuivel- en vleesverwerkende sectoren zijn deelnemer aan MJA2, maar ook diverse andere sectoren die deel uitmaken van de veevoerketen omdat zij bijvoorbeeld bij- of restproducten leveren aan de mengvoerindustrie. Hieronder vallen onder andere de MVO⁴-sector, aardappel-, groente- en fruitverwerkende bedrijven en meelfabrikanten.

Andere schakels in de keten vallen op dit moment niet onder MJA2. Hieronder vallen de veehouders (primaire sector) en de mengvoerproducenten zelf. De supermarkten, als schakel tussen de MJA2-sectoren en de consument, zijn wel MJA-deelnemer maar hebben geen afspraken over ketenmaatregelen gemaakt. Alle partijen zijn als onderdeel van de keten echter betrokken bij het onderwerp van deze studie.

1.2 Aanpak van deze studie

Het energiegebruik in de keten wordt gerelateerd aan de productie van de betrokken sectoren, omdat het binnen de MJA2 ook gaat om de energie-efficiëntie van de productie van de deelnemende bedrijven. Hierin telt dus zuivel en vlees dat geëxporteerd wordt mee. Deze studie grijpt daarom aan op de totale hoeveelheid veevoer die in Nederland wordt gebruikt, niet alleen op dat deel dat nodig is voor de Nederlandse consumptie van zuivel en vlees.

Het cijfermatige deel van dit rapport is gebaseerd op literatuuronderzoek en (internationale) jaarlijkse statistieken, onder andere van VN, FAO, CBS, Productschap Diervoeder (PDV) en de Overleggroep Producenten Natte veevoerders (OPNV). De meest recente cijfers van deze statistieken betreffen in het algemeen het jaar 2004.

Daarnaast is met een aantal bedrijven in de betrokken zuivel-, vleesverwerkende en mengvoersectoren gesproken over de inhoud van het onderzoek en de moge-

⁴ Margarine, vetten en oliën.



lijkheden om met de resultaten aan de slag te gaan. Deze gesprekken komen deels in de vooruitblik in hoofdstuk 4 terug en deels in de gebruikte cijfers en de mogelijke maatregelen in hoofdstuk 3. De gesprekken hadden niet het karakter van een officieel interview en zijn dus niet vastgelegd of opgenomen, maar hebben bijgedragen aan de vormgeving van dit document.

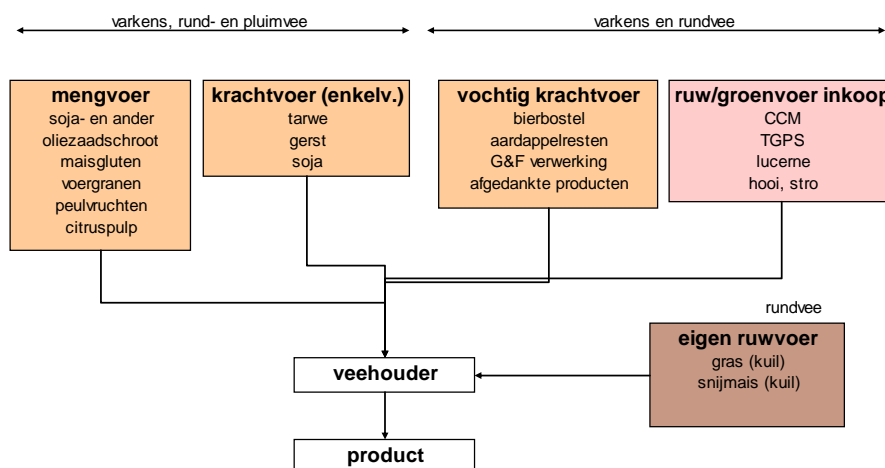
In dit onderzoek wordt naar energiegebruik gekeken, maar dit is niet het enige thema dat milieudruk in de veevoerketen met zich meebrengt. In een recente studie van het WorldWatch Institute (Nierenberg, 2005) en in Profetas (2006, hoofdstuk 2) wordt watergebruik in dierlijke productieketens belicht. De laatste tijd is veel aandacht voor ontbossing en sociale effecten en het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen. Waar landgebruik en daarmee samenhangende effecten dus al aandacht krijgen (bijv. Gelder, 2005; RIVM, 2000; Nederlandse Sojacoalitie, 2006; NRLO, 1996) is het energiegebruik in de keten een enigszins onderbelicht aspect (Bos, 2006; Gerbens, 2000; Brand, 1993) en ontbreekt het vaak aan recente gegevens. In deze studie staat energiegebruik over de veevoerketen daarom centraal.

1.3 Afbakening

Niet alle soorten veevoer worden in detail bekeken. Veevoer valt in een aantal hoofdgroepen te verdelen (Figuur 1):

- droog krachtvoer, dat zowel in de vorm van **mengvoer**⁵ als **enkelvoudig** krachtvoer wordt gebruikt;
- **vochtig krachtvoer**, dat bestaat uit reststromen van allerlei voedingsmiddelen industrieën, zoals aardappelverwerking, groente- en fruitverwerking, suikerproductie, bierproductie (vaak ook “enkelvoudig” toegepast);
- **ruwvoer**, met een lage eiwit- en energie-inhoud maar (voor éénmalige dieren) een hoog aandeel langzaam/moeilijk verteerbare stof.

Figuur 1 Schema van soorten veevoer in verschillende sectoren



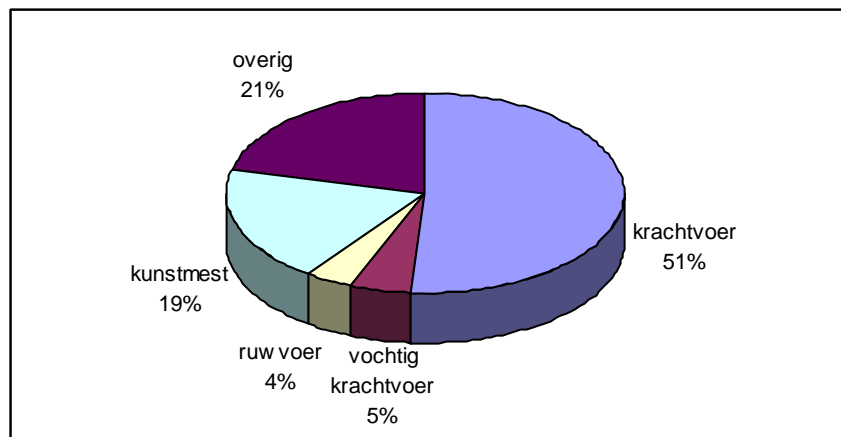
⁵ Dat wil zeggen een mengsel van krachtvoeringrediënten, plus toevoegingen als mineralen en vitamines.

Ongeveer 2/3 van het dieet van runderen bestaat uit ruwvoer, dat grotendeels bestaat uit op de boerderij geteelde producten zoals gras en snijmaïs. Voor varkens is het ruwvoer bijvoorbeeld “corn cob mix” (CCM). Hier zal niet in detail naar gekeken worden. Uitgangspunt hierbij is dat het percentage ruwvoer geoptimaliseerd is op basis van onder andere kosten en rantsoensamenstelling.

Het onderzoek richt zich op krachtvoer, dat bestaat uit ingrediënten die hoofdzakelijk uit het buitenland worden geïmporteerd (Oostdijk, 2003; zie ook bijlage A.1) en uit reststromen uit de levensmiddelenindustrie. Het droge krachtvoer wordt zowel in de vorm van mengvoer gebruikt als in enkelvoudige stromen. Hoewel de conversie door het dier in het geval van mengvoer beter kan zijn, is het gebruik van enkelvoudige grondstoffen in het algemeen goedkoper. Gebruik van enkelvoudig krachtvoer, met name voergranen, neemt de laatste jaren dan ook toe (privé communicatie ForFarmers, zie Tabel 19), ook in de varkenssector die dit van oudsher minder gewend is.

Uit Figuur 2 blijkt dat het krachtvoer voor melkvee zo'n 56% van het energiebeslag van het totale voerpakket voor rekening neemt. Voor varkens en pluimvee zal dit aandeel nog hoger liggen, aangezien het aandeel ruwvoer kleiner is.

Figuur 2 Indruk van bijdragen aan energiegebruik in melkveevoerketen (bron: Oldenhof, 2004). De hier apart gegeven bijdrage van kunstmest betreft het gebruik van kunstmest voor de eigen ruwvoer productie



Toevoegingen als mineralen en vitamines worden buiten beschouwing gelaten, omdat hier wederom het uitgangspunt is dat het gebruik geoptimaliseerd is op basis van eisen die in principe los staan van de krachtvoersamenstelling.

Tot slot ligt de nadruk op veevoer voor melkkoeien en varkens, hoewel in de berekeningen ook de pluimveesector wordt meegenomen. Deze twee sectoren gebruiken wat betreft mengvoer 2/3 van het totale volume en wat betreft ruwvoer en vochtig krachtvoer vrijwel het totale volume (Kok, 2004).

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 geeft een inventarisatie van de krachtvoerstromen in Nederland en rantsoenen per diersoort (details in bijlagen A en B). In Hoofdstuk 3 wordt het energiegebruik in de keten geanalyseerd. We bespreken mogelijke maatregelen en geven een indruk van hoe deze maatregelen zich zouden vertalen naar de efficiëntie-indices die binnen MJA2 worden gehanteerd. In Hoofdstuk 4 gaan we in op de kansen die de veevoerketen biedt voor de agrosectoren binnen MJA2.

NB: Waar in deze studie over “energie-inhoud” (of energiebeslag, ketenenergie) van krachtvoer(ingrediënten) wordt gesproken, is bedoeld de energie die langs de hele productieketen aan het product is toegevoegd, *niet* de intrinsieke voedingswaarde.



2 Veevoer in Nederland

2.1 Belangrijkste grondstoffen

De belangrijkste gewassen die grondstoffen voor mengvoer voor koeien en varkens leveren zijn in de volgende categorieën in te delen:

- peulvruchten (o.a. erwten, veldbonen);
- granen (o.a. tarwe, gerst, maïs);
- schroot van oliehoudende zaden en vruchten (o.a. soja, kokos, koolzaad, zonnebloem);
- knollen/wortels en resten daarvan (o.a. cassave⁶, suikerbieten, aardappelen);
- overig (o.a. citruspulp).

Bij veel van deze grondstoffen wordt slechts een deel van het gewas in veevoer toegepast. Er is veelal sprake van bijproducten uit de levensmiddelenindustrie, zoals olie en zetmeel voor menselijke consumptie. In die gevallen is de vraag welk deel van het energiegebruik in de voorgaande keten moet worden “toegerekend” aan de verschillende bijproducten (zie tekstbox). In deze studie gaan we uit van economische toerekening.

Toerekening: bijproduct of restproduct?

In ketenanalyses worden vaak processen bekeken waarbij twee of meer producten ontstaan, die in principe elk een deel van het energiegebruik van dat proces ‘voor rekening’ moeten nemen. Als het mogelijk is om het proces zo op te splitsen in onderdelen dat precies duidelijk is welk energiegebruik ten behoeve van welk co-product is, dan is de verdeling eenduidig. Vaak is dit echter niet het geval. Er moet in dat geval een toerekening plaatsvinden. Dit kan op basis van gewicht, waarbij het zwaarste product de meeste milieudruk voor rekening neemt. Dit geeft niet altijd logische resultaten, zoals in het voorbeeld van kaas en wei. Hier ligt het onderscheid “hoofd- en restproduct” gevoelsmatig zo duidelijk dat het onlogisch zou zijn om aan te nemen dat wei de hoofdoorzaak van de milieudruk vormt. Er is zelfs juridische grondslag om aan te nemen dat van de milieudruk in de productieketen - tot op het moment van het vrijkomen van dergelijke reststromen - nul procent hoeft worden toegerekend aan die reststroom (uitspraak Raad van State 2003 met betrekking tot het gebruik van wei, bierbostel en bietenpulp; zie Bouwmeester, 2005).

In sommige studies werd deze aanname dan ook gemaakt voor veevoergrondstoffen die bijproduct zijn van de voedselindustrie, zoals Brand (1993). Omgekeerd gaan ketenanalyses van het hoofdproduct echter vaak uit van een aanpak waarbij “uitgespaard krachtvoer” door bijvoorbeeld inzet van de wei de netto milieudruk van kaasproductie verlaagt of een aanpak met economische toerekening. In dit laatste geval is het uitgangspunt dat hoe meer één van de co-producten opbrengt hoe meer het ook de oorzaak is van de milieudruk in de voorgaande keten. Als voorbeeld : de opbrengst van de kaas die uit een liter melk wordt gemaakt is bijna 20 keer zo hoog als die van de wei en met economische toerekening komt dan 5% van de milieudruk voor rekening van de wei.

Deze aanpak gaat er vanuit dat economische waarde een sturende factor is in ketens en dat het daarom logisch is op basis daarvan de milieudruk die optreedt te verdelen. De methode kan consistent worden toegepast zonder dat een soms arbitrair onderscheid hoeft te worden gemaakt naar hoofd-, bij- of restproducten en zonder dat sterk verschillende functies (bijv. olie- of eiwitbron) een moeilijkheid hoeven vormen. Bovendien dragen alle spelers in de keten op deze manier een (klein) deel van de verantwoordelijkheid voor de voorgaande keten.

⁶ Cassave wordt ook wel maniok genoemd. Het afgeleide (zetmeel) product dat in mengvoer wordt ingezet is tapioca.

Er wordt tussen de bij- en restproducten wel het volgende onderscheid gemaakt (Oostdijk, 2003):

- 1^e generatie: directe producten van agrarische verwerking, zoals bietenperspulp, sojaschroot;
- 2^e generatie: bijproduct van verder verwerkt product, zoals melasse en bierbostel;
- 3^e generatie: afgedankte (kant en klare) levensmiddelen afkomstig van industrie, supermarkten, horeca, etc.

De eerste twee bestaan uit min of meer continue stromen die daardoor ook goed gedefinieerd zijn (hoeveelheden en herkomst). De laatste categorie bestaat uit incidentele stromen en wordt in het algemeen alleen in de varkenshouderij ingezet. Een groot deel van deze stromen komt beschikbaar via SITA food recycling. In 2003 betrof dit 9,5 kton ofwel 13% van SITA's totale verwerking van afgedankte levensmiddelen (Jaarverslag SITA, 2003). In verhouding tot de "1^{ste} en 2^{de} generatie" stromen die vrijkomen bij de voedselverwerkende industrie (Tabel 15, bijlage A.1) is dit te verwaarlozen; bovendien zal de toepassing als veevoer naar verwachting sterk gaan afnemen in het kader van kwaliteitbeheer in de voerketen en toenemende toepassing als energiebron.

Tot slot wordt in Nederland nog vismeel toegepast in diervoeders, in de varkens- en pluimveevleessectoren (zo'n 40 kton, RIVM, 2004) en kan ook dierlijk vet of melkpoeder worden toegevoegd. Het gebruik van dierlijke eiwitten - uitgezonderd melk- en visproducten - is sinds de BSE-crisis in alle dierlijke ketens verboden vanwege de gezondheidsrisico's, hoewel sinds 2005 bloedmeel onder bepaalde voorwaarden weer is toegestaan in voeders voor niet-herkauwers.

In bijlage A.1 wordt een uitgebreid overzicht gegeven van totale hoeveelheden krachtvoergrondstoffen in Nederland. De totale afzet van natte veevoeringrediënten binnen Nederland is 5,3 Mton (2003; Tabel 15). Het totaal aan beschikbare krachtvoergrondstoffen (zowel binnenlandse productie als import) bedraagt 13,7 Mton (2004; Tabel 16).

De grootste stromen zijn tarwe, maïs en sojaschroot en bijproducten van graanverwerking. Daarnaast vormen bijproducten van aardappel- en bietenverwerking, maïsgluten en palmpit- en koolzaadschroot omvangrijke stromen.

Voor maniok geldt dat de hoeveelheid sterk wisselt van jaar tot jaar. Waar het Productschap Diervoeder (PDV) voor 2004 nog zo'n 700 kton rapporteert (Tabel 16) is het gebruik in 2005/2006 waarschijnlijk verwaarloosbaar (privé communicatie ForFarmers). Ook in 2002/2003 was de gebruikte hoeveelheid zeer klein (Figuur 10). In de berekeningen in hoofdstuk 3 wordt echter voor alle grondstoffen uitgegaan van de gegevens van het PDV over 2004.

2.1.1 Herkomst

In bijlage B wordt voor de grondstoffen in detail beschreven waar ze vandaan komen. Voor de voergranen geldt dat ze voornamelijk uit Nederland of uit andere Europese landen (met name Frankrijk en Duitsland) afkomstig zijn. Voor de bij-



producten van graanverwerking is dit niet perse het geval, omdat de granen voor menselijke consumptie niet dezelfde keten volgen. Maisgluten is voornamelijk afkomstig uit de VS. Voor restproducten van de bietenverwerking ligt de hele keten in Nederland.

Soja is voornamelijk uit Brazilië afkomstig, maar er is ook behoorlijke import van bonen vanuit de VS en van schoot vanuit Argentinië. De andere oliezaadschroten zijn uit verschillende regio's afkomstig:

- kokos en palmpit uit Zuidoost Azië;
- koolzaad uit Duitsland;
- zonnebloem uit Argentinië (als schroot) en Hongarije (als zaad).

2.2 Rantsoenen

In de vorige paragraaf is het totale meng- en krachtvoergebruik in Nederland in beeld gebracht. Verschillende diersoorten krijgen echter niet dezelfde rantsoenen en de samenstelling van het (kracht)voer is ook binnen een diersoort nog variabel. Melkvee krijgt bijvoorbeeld enigszins ander voer dan vleesvee en jonge dieren krijgen ander voer dan de oudere die daadwerkelijk "productief" zijn. We gaan hier in deze paragraaf verder op in; uitgebreide cijfers hiervoor staan in bijlage A.2.

2.2.1 Varkens

In de varkensvleessector wordt onderscheid gemaakt naar fokdieren, biggetjes en vleesvarkens. De vleesvarkens zijn goed voor 65% van het mengvoergebruik voor de totale varkenssector (Tabel 17) maar ook de andere dieren staan ten dienste van de vleesproductie. De totale voerconsumptie in de varkenssector is dus uiteindelijk onderdeel van de vleesketen.

Een recente "momentopname" voor vleesvarkens wordt gegeven in Tabel 1. Het mengvoer bestond voornamelijk uit raapschroot, tapioca, tarwe, palmpitschilfers en bietenpulp, maar de precieze samenstelling ervan wordt niet gegeven (Oostdijk, 2003). De cijfers in Tabel 18 geven wel een gedetailleerd beeld van de samenstelling van mengvoer voor varkens. Schroot van oliezaadverwerking (waarvan bijna de helft soja; Kok, 2004) en tapioca maken meer dan 50% van het mengvoer uit. Sinds de periode waar deze cijfers voor gelden is echter de import van maniok (tapioca) flink verlaagd (Figuur 10), zodat het aandeel hiervan op dit moment waarschijnlijk lager is.

Tabel 1 Praktijkvoorbeelden voer vleesvarken per dag (Oostdijk, 2003, ForFarmers privé communicatie 2006)

	Oostdijk 2003	ForFarmers (droge stof)
Tarwe		9.9%
Soja		7.3%
aardappelstoomschillen	22%	10.0%
biërgistconcentraat	2%	
bierbostel/tarwezetmeelmengsel	25%	
Wei	22%	6.1%
Tarwezetmeel	20%	34.0%
Mengvoeder	9%	32.9%
	100%	100%

Biggetjes en fokzeugen krijgen waarschijnlijk iets meer granen en peulvruchten en iets minder sojaschroot (Blonk, 1997).

*De "inhoud" van varkensvoer wordt in het algemeen gemeten als **EW**: de energiewaarde. Eén EW staat gelijk aan 2.200 kcal. De prijs van varkensvoer wordt grotendeels bepaald door de EW (per kg droge stof).*

2.2.2 Rundvee

Binnen de rundveehouderij wordt onderscheid gemaakt naar melkvee en vleesvee. Daarnaast zijn er nog de groepen kalveren en jongvee. Alle groepen hebben een ander rantsoen. De kalveren krijgen kunstmelkvoeder dat in dit onderzoek niet is bekeken. Melkvee zelf is goed voor 90% van het mengvoergebruik voor de totale rundveesector (Tabel 17) maar ook het meeste jongvee is uiteindelijk onderdeel van de zuivelketen. Het deel van de krachtvoerconsumptie dat voor rekening van de vleesketen komt is dus nog kleiner dan de overgebleven 10%.

Een recente "momentopname" voor melkkoeien wordt gegeven in Tabel 2. Het mengvoer bestond voornamelijk uit maïsglutenmeel, citruspulp, palmpit- en kokosschilfers/schroot, melasse, maïsmeel en sojaschroot (Oostdijk, 2003). Een gemiddelde samenstelling van mengvoer voor rundvee wordt gegeven in Tabel 18.

Tabel 2 Praktijkvoorbeeld voer melkkoe per dag (Oostdijk, 2003)

	kg
Ingekuilde snijmaïs (winter)	18,7 (22)
Gras (ingekuuld winter)	56 (12)
Mengvoeder (zomer en winter)	5,5

Volgens voederbedrijf ForFarmers (privé communicatie) is het stalrantsoen iets anders samengesteld, met ingekuuld gras en maïs in de verhouding 60 : 40 en aanvullend 2 kg schroot (als enkelvoudig krachtvoer) en maximaal zo'n 10 kg productiebrot (mengvoer).



Gemiddeld bestaat het dieet van melkkoeien voor tweederde uit ruwvoer (gras en maïs) en voor eenderde uit krachtvoer (Dongen, 2003; privé communicatie CLM). Het krachtvoer bestaat voor zo'n 10% uit soja (variërend van 5-15). Belangrijke ingrediënten zijn verder maïsgluten, koolzaad, bierbostel en perspulp, maar de toepassing van deze natte stromen varieert sterk van bedrijf tot bedrijf. Een specifiek bedrijfsvoorbeeld staat in Tabel 3. Hieruit blijkt dat in de winter het gewichtaandeel van krachtvoer (inclusief nat) kan oplopen tot zo'n 45%.

Tabel 3 Praktijkvoorbeeld voer melkkoe per dag (bedrijf Barendonk, winter 2004-2005)

	kg
Mais (ook zomer)	25
Kuilgras	8
Bierbostel (ook zomer)	5
Aardappelen	10
Supplement (vitamine etc.)	2
Melkbiks	< 8

Uit het Praktijkcijfers onderzoek (Dongen, 2003, zie Tabel 22) komt naar voren dat bij de deelnemende bedrijven 80% van het krachtvoer in de vorm van mengvoer wordt gegeven. De "restproducten" (bierbostel, etc.) maken ongeveer 15% van het krachtvoer uit.

Sojaschroot en bierbostel zijn de meest eiwitrijke⁷ krachtvoeringrediënten voor melkkoeien. Eiwitgehalte is een belangrijke factor voor melkveevoer, want de samenstelling van het rantsoen voor melkvee wordt deels bepaald aan de hand van het gemeten ureumgetal in de afgeleverde melk; hierop wordt gestuurd. Onder andere de OEB (zie tekstbox) is hierbij van belang.

*De "inhoud" van melkveevoer (per kg droge stof) wordt in het algemeen gemeten als **VEM**: voeder-eenheid melk. Eén kVEM (1.000 VEM) is gelijk aan 1.650 kcal. Daarnaast is ook belangrijk de **DVE**: darm verteerbaar eiwit. De prijs van melkveevoer wordt in eerste instantie bepaald door de VEM, maar hierop komt dan een zogeheten DVE-toeslag. Andere parameters om het voer te karakteriseren zijn onder andere de **OEB** (onbestendig eiwit balans) en het aandeel ruwe celstof. Voor vleesvee wordt de **VEVI** (Voeder Eenheid Vleesvee Intensief) gehanteerd, die gelijk is aan iets minder dan 1,6 kcal.*

⁷ Op basis van DVE (zie tekstbox).



3 Energiegebruik in de voerketen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor de belangrijkste krachtvoergrondstoffen bepaald wat het energiegebruik in de verschillende stappen van de keten is. Dit geeft een totaal primair energiegebruik voor het in Nederland gebruikte krachtvoer evenals een opsplitsing naar diersoort.

Vervolgens wordt ingegaan op mogelijkheden tot vermindering van het energiegebruik en hoe een aantal van de maatregelen zich kan vertalen naar energieefficiëntie verbeteringen binnen MJA2.

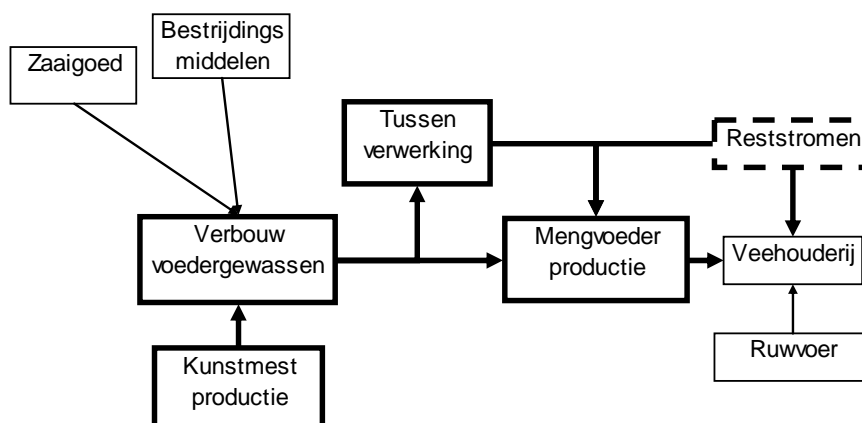
3.2 Beschrijving keten en data

In de veevoerketen, tot het moment van gebruik van voer op de boerderij, onderscheiden we in principe de volgende drie hoofdonderdelen:

- 1 Productie en transport van kunstmest.
- 2 Verbouw en transport van voergewassen.
- 3 Productie en transport van mengvoer en eventuele reststromen.

In Figuur 3 wordt de keten schematisch weergegeven. In dit schema is te zien dat bij de teelt van de voedergewassen ook energiegebruik ligt besloten in het zaaigoed en eventuele bestrijdingsmiddelen. Het is echter heel lastig om hiervoor gegevens te achterhalen en deze stappen worden daarom niet meegenomen⁸.

Figuur 3 Schema van de veevoerketen, met in dikke lijnen/pijlen aangegeven welke stappen in principe in deze inventarisatie worden meegenomen



⁸ Er is één referentie gevonden voor gebruik bestrijdingsmiddelen bij sojateelt in de VS; het energiebeslag is zo'n 3% van de hele keten (zie bijlage B.1). Brand (1993) gebruiken een waarde van 95 MJ/kg voor gewasbeschermingsmiddelen. Voor zaaigoed, onafhankelijk van het type gewas, gebruiken zij 3,6 MJ/kg

Het energiegebruik als gevolg van kunstmestgebruik wordt waar mogelijk uitdrukkelijk apart gehouden. De productie van kunstmest is zeer energie-intensief en mogelijk één van de aangrijpingspunten voor vermindering van energiegebruik in de keten. Het is daarom belangrijk om inzicht te krijgen in de bijdrage van deze fase aan het totale ketenenergiegebruik. Merk op dat het gebruik van dierlijke mest wat betreft energiegebruik niet meetelt; als naar vermessing zou worden gekeken moet die natuurlijk wel worden meegenomen.

De be- en verwerking is voor elke grondstof weer anders, maar het gaat in het algemeen om één of meer van de volgende bewerkingen :

- drogen van primair product;
- malen;
- oliepersen en -extractie;
- nadrogen en/of pelletiseren van voederstroom.

In bijlage B is voor de meeste voorkomende krachtvoergrondstoffen een uitgebreide analyse opgenomen van belangrijkste landen van herkomst, energiegebruik bij teelt en bewerking en transportbewegingen.

De meeste getallen zijn uit literatuurbronnen overgenomen, waarbij gecorrigeerd is voor eventuele verschillen in opbrengst per ha of in percentages droge stof. Daarnaast is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van consistente cijfers voor bijvoorbeeld transport, door uit te gaan van transportafstanden en -modaliteiten en voor elke grondstof daaruit met dezelfde factoren het energiegebruik te bepalen. Deze factoren worden binnen MJA2 algemeen gebruikt als onderdeel van het programma LESS (zie bijlage C.1). Bij toerekening is gebruik gemaakt van economische allocatie (zie tekstbox in paragraaf 2.1, getallen in bijlage C.2).

De herkomst van de belangrijkste basisdata is als volgt:

- totale volumes krachtvoergrondstoffen gelden voor 2003/2004 en zijn afkomstig van PDV en OPNV;
- de verdeling van deze volumes over de verschillende diersectoren zijn overgenomen uit Kok (2004) bepaald over 1998/2001;
- belangrijkste landen van herkomst worden vastgesteld aan de hand van import en export gegevens van de FAO en de UN over periode ~2002/2005;
- hoeveelheden kunstmestgebruik per land en gewas zijn afkomstig uit FAO (2002).

De energiegegevens zijn afkomstig uit diverse bronnen, die in bijlage B per grondstof worden besproken. Voor een aantal specifieke kentallen wordt in alle ketens dezelfde waarde gebruikt, zoals voor kunstmest, brandstoffen en elektriciteit (zie bijlage B.1 en C.1).



3.3 Bepaling van het energiegebruik

De belangrijkste krachtvoeringrediënten (hoofdstuk 2) zijn:

- tarwe, maïs (gerst);
- sojaschroot;
- bijproducten van graan- en aardappelverwerking;
- bijproducten van bietenverwerking;
- maïsgluten;
- maniok (cassave; hoeveelheid wisselt sterk per jaar);
- palmpit- en koolzaadschroot.

Voor ingrediënten die bijproduct zijn van de oliezaadverwerking en/of die voornamelijk van buiten Europa afkomstig zijn staan de resultaten in Tabel 4 en Tabel 5. Alle getallen betreffen MJ/kg primaire energie, dat wil zeggen dat bijvoorbeeld ook energieverliezen in de opwekkingsketen van de energie zelf (brandstoffen en elektriciteit) zijn meegerekend. Voor elk van de grondstoffen is een "tussentotaal" en een "totaal" gegeven om onderscheid te maken tussen de energie-inhoud op het moment dat het krachtvoeringrediënt ter beschikking komt en de energie-inhoud op het moment dat het voer bij de veehouder is aangeland. Literatuurwaarden (zie bijlage C.3) betreffen in het algemeen de eerste optie en kunnen met het tussentotaal worden vergeleken, maar enkele bronnen geven waarden die overeenkomen met het hier gegeven eindtotaal.

Het land waar het grootste deel van het betreffende ingrediënt vandaan komt is als representatief genomen. Voor zonnebloemschroot gaat het om twee landen: als schroot is de meeste import uit Argentinië afkomstig, als zaad - dat vervolgens in Nederland verwerkt wordt - uit Hongarije (zie bijlage B.2).

Tabel 4 Ketenoverzicht oliezaadschroot (cijfers in MJ primair /kg eindproduct)

	Soja	Koolzaad	Zonnebloem	Zonnebloem
	Brazilië	Duitsland	Argentinië	Hongarije
kunstmest buiten NL	0,39	1,34	0,14	0,49
kunstmest binnen NL				
teelt buiten NL	1,50	0,80	0,63	0,63
teelt binnen NL				
verwerking buiten NL	0,31	0,53	0,42	0,20
verwerking binnen NL	1,02			0,23
transport buiten Europa	1,69		1,99	
transport binnen Europa naar vwb ^(a)				0,80
transport binnen NL naar vwb				
transport buiten NL naar mvb ^(b)		1,04		
transport binnen NL naar mvb	0,12		0,12	0,12
tussentotaal	5,03	3,72	3,30	2,46
mengvoerassemblage	0,46	0,46	0,46	0,46
transport naar veehouder	0,20	0,20	0,20	0,20
totaal	5,69	4,38	3,96	3,12
consumptie in NL (kton)	2.000	730	32	311
totale energie-inhoud (PJ)	11	3,2	0,13	1,0
percentage van total (=62 PJ)	18%	5%	0%	2%

(a) vwb staat voor verwerkingsbedrijf.

(b) mvb staat voor mengvoerbedrijf.

Voor citruspulp zijn niet alle stappen in de keten bekend (Tabel 5). De gebruikte cijfers zijn afgeleid aan de hand van de GER-waarde bepaling van Brand (1993).

Tabel 5 Ketenoverzicht overige ingrediënten van intercontinentale herkomst (cijfers in MJ primair /kg eindproduct)

	Palmpit	Cassave	Citruspulp	Maïsgluten
	ZO Azië	Thailand	USA	USA
kunstmest buiten NL	0,19	0,25	pm	0,71
kunstmest binnen NL				
teelt buiten NL	2,80	pm	pm	0,27
teelt binnen NL				
verwerking buiten NL	1,27	1,00	5,00	3,19
verwerking binnen NL				
transport buiten Europa	1,34	1,58	0,70	1,59
transport binnen Europa naar vwb				
transport binnen NL naar vwb				
transport buiten NL naar mvb				
transport binnen NL naar mvb	0,12	0,12	0,12	0,12
tussentotaal	5,73	2,95	5,82	5,88
mengvoerassemblage	0,46	0,46	0,46	0,46
transport naar veehouder	0,20	0,20	0,20	0,20
totaal	6,38	3,61	6,48	6,54
consumptie in NL (kton)	750	750	500	588
totale energie-inhoud (PJ)	4,8	2,7	3,2	3,8
percentage van total (=62 PJ)	8%	4%	5%	6%

Voor een aantal minder “exotische” grondstoffen worden in Tabel 6 en Tabel 7 de resultaten weergegeven.

Tabel 6 Ketenoverzicht voedergranen en coproducten (cijfers in MJ primair /kg eindproduct)

	Tarwegries	Tarwezetmeel	Tarwe	Maïs	Gerst
	EU	EU	NL	EU	EU
kunstmest buiten NL	1,40	1,40		0,96	0,92
kunstmest binnen NL			0,89		
teelt buiten NL	0,80	0,80		0,57	0,73
teelt binnen NL			0,43		
verwerking buiten NL					
verwerking binnen NL	0,90	1,60	0,03		
transport buiten Europa	0,02	0,02			
transport binnen Europa naar vwb	0,41	0,41			
transport binnen NL naar vwb					
transport buiten NL naar mvb				1,04	1,04
transport binnen NL naar mvb	0,120	0,12	0,12		
tussentotaal	3,65	4,35	1,47	2,57	2,69
mengvoerassemblage	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
transport naar veehouder	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
totaal	4,31	5,01	2,13	3,22	3,35
consumptie in NL (kton)	671	1.264	2.004	1.345	766
totale energie-inhoud (PJ)	2,1	6,3	4,3	4,3	2,6
percentage van total (=62 PJ)	5%	10%	7%	7%	4%



Voor een aantal reststromen zijn ketengegevens niet precies voorhanden. De gegevens in Tabel 7 voor bierbostel zijn afgeleid aan de hand van de GER-waarde bepaling van Brand (1993) en de waarde voor stoomschillen is hieraan gelijk gesteld.

Tabel 7 Ketenoverzicht restproducten van voedingsmiddelenindustrie (cijfers in MJ primair / kg eindproduct)

	Pulpbrokjes	Perspulp	Stoomschil	Bierbostel	Weipoeder
	NL	NL	NL	NL	NL
kunstmest buiten NL				(in teelt)	
kunstmest binnen NL	0,19	0,05			
teelt buiten NL				0,04	
teelt binnen NL	0,30	0,08			
verwerking buiten NL					
verwerking binnen NL	10,04	0,22		0,22	25,38
transport buiten Europa					
transport binnen Europa naar vwb				(in teelt)	
transport binnen NL naar vwb	0,38	0,10			0,10
transport buiten NL naar mvb					
transport binnen NL naar mvb	0,10				
tussentotaal	11,01	0,46	0,26	0,26	25,48
Mengvoerassemblage	0,46				0,46
transport naar veehouder	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
totaal	11,67	0,66	0,45	0,45	26,14
consumptie in NL (kton)	251	773	638	491	275
totale energie-inhoud (PJ)	2,9	0,5	0,3	0,2	7,2
percentage van total (=62 PJ)	5%	1%	0%	0%	12%

Het totale “ketenenergiebeslag” van de stromen in de vier voorgaande tabellen is 62 PJ. Dat is gelijk aan het primair energiegebruik van ongeveer 700.000 Nederlandse huishoudens.

Als we het totale ketenenergiebeslag onderverdelen in kunstmest, teelt, verwerking en transport, dan zijn de bijdragen ruwweg⁹:

- 15% voor kunstmestgebruik;
- 16% voor brandstofgebruik bij teelt;
- 35% voor verwerkingstappen zoals drogen, malen, extractie;
- 24% voor transporten;
- 9% voor verwerking bij het mengvoerbedrijf.

Van de 62 PJ treedt in totaal 27,5 PJ (44%) op binnen Nederland¹⁰. Het feit dat ruim de helft van het ketenenergiegebruik, met bijbehorende lokale impacts als verzuring en smogvorming, buiten Nederland plaatsvindt betekent dat er sprake is van belangrijke afwenteling.

⁹ Voor een aantal grondstoffen is de verdeling over de ketenschakels niet precies bekend.

¹⁰ Voor de gemaakte aannames; in werkelijkheid vindt het energiegebruik voor maïs grotendeels buiten Nederland plaats.

Energiebeslag van transporten treedt voor ongeveer 50% buiten Europa op, voor 25% in Europa buiten Nederland en voor 25% binnen Nederland. Van het energiegebruik voor verwerkingsstappen vindt echter ruim 60% in Nederland plaats. Het drogen van bietenpulp en wei leveren hier een belangrijke bijdrage aan, evenals de verwerking van sojabonen (voedingrediënt schroot) en tarwe (voedingrediënt tarwegries).

De in deze studie beschouwde ingrediënten zijn samen goed voor 80% van het mengvoervolume en 60% van het volume natte grondstoffen (effectief 75% van het totaal krachtvoervolume). Op basis van bestaande kennis kan gezegd worden dat de meest energie-intensieve grondstoffen zijn meegenomen en dat de dekkinggraad in termen van energie dus ruim hoger dan 75% ligt.

Op basis van de verdeling van mengvoeringrediënten over de verschillende sectoren uit (Kok, 2004) kunnen we de resultaten voor de totale hoeveelheden krachtvoer verdelen over de diersectoren (Tabel 8).

Tabel 8 Energiebeslag van krachtvoer per diersoort¹¹

	Aandeel totaal energiebeslag (62 PJ)	MJ/kg gemiddeld
Rundvee	23%	4,5
Varkens	52%	5,0
Legpluimvee	9%	3,3
Slachtpluimvee	12%	3,6

Het feit dat de informatie over rantsoenen per diersoort iets minder recent is dan de informatie over totale hoeveelheden naar grondstof en naar diersoort leidt tot enige inconsistentie in de *hoeveelheden* mengvoer¹² per diersoort. Daardoor moeten de aandelen in het totaal die in de tabel gegeven worden als een ruwe schatting worden. Het aandeel voor rundvee is mogelijk wat hoger en het aandeel van pluimvee lager.

De gemiddelde ketenenergie-inhoud van het krachtvoer loopt voor de verschillende sectoren van 3,3 tot 5,0 MJ/ton als gevolg van de verschillende samenstellingen van de rantsoenen (zie figuren in bijlage B.8). Voor rundveevoer komt de grootste bijdrage aan het ketenenergiegebruik voort uit gebruik van citruspulp, maïsgluten, pulpbrokjes en palmpitschroot. Bij varkensvoer gaat het om weipoeder, gevolgd door tarwezetmeel en sojaschroot. Voor zowel slacht- als legpluimvee komt de grootste energiebijdrage van sojaschroot, maïs en tarwe.

¹¹ Merk op dat de percentages per diersoort niet tot 100% optellen, dit komt omdat de categorie "overig" hier niet is opgenomen.

¹² De gemiddelde energie-inhoud van krachtvoer per diersoort is ook afhankelijk van de informatie over de rantsoenen maar er is hier geen sprake van inconsistentie



3.4 Mogelijke maatregelen

Wat zijn de theoretische mogelijkheden om - op termijn - tot verhoging van energie-efficiëntie in de keten te komen? In deze paragraaf kijken we zowel naar hoe per ketenfase het energiegebruik zou kunnen worden verminderd als naar de effecten van rantsoenverandering. Hierbij gaan we op een zo breed mogelijk scala van besparingsmogelijkheden in. In praktijk zal voor veel maatregelen meer onderzoek nodig zijn en bovendien moeten ook andere effecten, bijvoorbeeld op mineralenbalans maar ook kosteneffectiviteit, worden bekeken.

3.4.1 Kunstmest

Het gebruik van kunstmest is volgens de analyse in 3.2 goed voor 15% van het energiegebruik in de mengvoerketen. Het gebruik van kunstmest varieert zeer sterk tussen verschillende landen, waarbij er wel enig verschil in opbrengst is maar vanuit energetisch oogpunt compenseert dit elkaar niet volledig. Een mogelijkheid zou de toepassing van dierlijke of (anderszins) "groene kunstmest" zijn, maar hierbij spelen uiteraard ook vermestingproblemen mee.

In de EU-25 is het kunstmestgebruik sinds 2000 overigens licht afgenomen (EFMA, 2005). Met name in Nederland wordt verwacht dat het gebruik van 2005 tot 2015 met 15% tot 35% (P_2O_5) zal afnemen. In de nieuwe lidstaten neemt het gebruik enigszins toe. Of dit alles ook gevolgen heeft voor het gebruik per ha is niet duidelijk.

In de loop der jaren verbetert daarnaast de energie-efficiëntie van kunstmestproductie sterk (Kongshaug, 1998; Ramirez, 2005). Een aantal processen, met name in de productieketen van fosforhoudende kunstmest, kan zelfs energie opleveren in plaats van gebruiken. Als deze energie ook daadwerkelijk wordt gebruikt kan volgens Kongshaug (1998) de energie-inhoud zelfs negatief zijn (in Tabel 9 voor SSP en TSP).

Tabel 9 Energie-inhoud van kunstmest voor verschillende "standen der techniek"

	Kongshaug 1998 (zonder transporten)			Eenheid	Deze studie (gemiddelden, zie bijlage B.1)
	Oude techniek	EU gemiddeld	Moderne techniek		
AN	54,5	38,7	30,5	MJ / kg N	44
AS	46,6	28,7	13,9	MJ / kg N	
Urea	60	48	41,7	MJ / kg N	
KCl		5		MJ / kg K_2O	5
SSP	5	1,5	-3,8	MJ / kg P_2O_5	8
TSP	8,8	5,3	-6,1	MJ / kg P_2O_5	

Daarnaast loopt het energiegebruik voor verschillende kunstmesten sterk uiteen, zoals ook is te zien in de tabel. In de kunstmestproductie en -samenstelling is dus verbetering te behalen.

Kunstmestgebruik in het buitenland is voor de Nederlandse sectoren lastig te beïnvloeden. Het is mogelijk beter haalbaar om te werken aan het energiebeslag van kunstmestgebruik in Nederland, bijvoorbeeld voor de eigen ruwvoerproductie van veehouders, in samenwerking met Nederlandse kunstmestproducenten. Hoewel in deze studie niet uitgebreid naar ruwvoer is gekeken omdat de totale energie-inhoud hiervan relatief laag is, geldt dat kunstmestgebruik wel een grote factor is, zelfs ongeveer 80% (Oldenhof, 2004, zie ook Figuur 2). Hier liggen dus ook besparingsmogelijkheden.

3.4.2 Teelt

Het energiegebruik bij de teelt zelf is goed voor 16% van het totaal. In hoeverre hierop veel valt te verbeteren is niet duidelijk; voor een aantal gewassen (oliepalm, kokos) wordt nog veel met mankracht gedaan en is het energiegebruik dus al laag. Efficiëntie van tractoren en landbouwmachines is een mogelijk aangrijpingspunt voor de meeste gewassen. Ook hier geldt dat het lastig kan zijn hierop direct invloed uit te oefenen als Nederlands bedrijf, maar het gebruik van bijvoorbeeld keurmerken kan een handvat bieden.

Voor Milieukeur varkensvlees geldt de eis dat in ieder geval het voergraan van biologische teelt afkomstig is. Over het ketenenergiebeslag van biologische ingrediënten ten opzichte van gangbare teelt bestaat discussie. Het achterwege blijven van gebruik van bestrijdingsmiddelen en kunstmest zorgt voor minder energiegebruik bij biologische teelt, maar er is mogelijk meer machinale bestrijding en lagere opbrengst per hectare. Wat het netto energie-effect is, is daarom niet goed bekend. In een recent rapport van een uitgebreide literatuurstudie wordt gesteld dat bij biologische landbouw gemiddeld 30% tot 50% minder energie per ha wordt gebruikt en dat de opbrengst per ha tot 20% minder is (Bote, 2006). Dit zou betekenen dat het netto energiegebruik per eenheid opbrengst lager is voor biologische teelt.

3.4.3 Verwerking

Van de verschillende verwerkingsstappen is drogen in alle gevallen een zeer energie-intensief onderdeel. Het verbeteren van procesefficiëntie is hier waarschijnlijk niet aan de orde, maar er is wel de theoretische mogelijkheid om minder te drogen of hele andere technieken te gebruiken.

In het eerste geval kan gedacht worden aan het nat voeren van grondstoffen als perspulp of wei. Hoewel voor de ongedroogde stromen meer energie is gemoeid met het transport (per kg droge stof) is de energie die voor drogen nodig is vele malen hoger, zoals uit onderstaande tabel blijkt. De gehele keten is ongeveer 4 maal minder energie-intensief.

Tabel 10 Rekenvoorbeeld energiebeslag droge en ongedroogde reststromen (data zie bijlage B.6)

	perspulp	pulpbrok	wei	weipoeder
Percentage droge stof	24%	88%	6%	90%
MJ per kg	0,46	11,47	0,30	25,94
MJ per kg d.s.	1,91	13,04	4,97	28,82
MJ eindtransport / kg d.s.	0,83	0,23	3,30	0,22
Totaal MJ / kg d.s.	2,73	13,26	8,27	29,04

Volgens de data in paragraaf 3.3, aangevuld met 600 kton natte wei (zie Tabel 15), leiden deze vier stromen op dit moment tot 11 PJ indirect energiegebruik door veehouders. Als alle grondstoffen in “natte” vorm zouden worden ingezet dan is het indirect energiegebruik nog slechts 3,5 PJ. Voor de wei alleen al gaat het om een besparing van ruim 5 PJ.

Om nat te kunnen voeren zijn echter aanpassingen in de voederapparatuur bij de veehouder nodig. Veehouders zijn de laatste jaren deels overgeschakeld op het gebruik van perspulp - direct betrokken bij de suikerindustrie - maar velen geven nog de voorkeur aan gedroogde pulp als onderdeel van mengvoer (IRS, privé communicatie). Het minder ver drogen van krachtvoeringrediënten, ook olieschroten, kan natuurlijk ook energievoordeel opleveren.

De tweede mogelijkheid is om voor het “drogen” een heel andere techniek toe te passen, zodat aanpassingen bij de veehouder niet nodig zijn. In onder andere het EET-programma van SenterNovem is de zogeheten “eutectische vrieskristallisatie” onderzocht. Deze techniek vergt minder energie dan de gewone verdamping en is mogelijk toepasbaar op wei.

3.4.4 Transport

In totaal nemen de diverse transporten in de ketens 25% van het totale energiebeslag voor rekening. Bos (2006) heeft gekeken naar de energiebesparingsmogelijkheden door grondstoffen alleen uit Europa of zelfs alleen uit Nederland te betrekken. Ten opzichte van de gedefinieerde huidige situatie leidt dit tot een vermindering van 15% tot 25% in energiebeslag in veevoer per dier. Dit is overigens niet uitsluitend het gevolg van transportvermindering maar ook van enige verandering in rantsoensamenstelling, omdat uiteraard niet alle ingrediënten in Nederland of Europa zijn te telen. Dezelfde redenering geldt uiteraard voor de andere diersectoren.

De herkomst van grondstoffen wordt uiteraard sterk bepaald door de geldende marktprijzen. De laatste jaren is hierdoor wel een trend in de richting van een groter aandeel Europese grondstoffen in het totale mengvoerpakket (zie 3.4.6) .

3.4.5 Mengvoerassemblage

Ongeveer 9% van het energiegebruik treedt op bij de samenstelling van het mengvoer zelf. Ook hier kan mogelijk enige efficiëntieverbetering worden behaald door gebruik van nieuwere technologieën door de mengvoerproducenten.

3.4.6 Rantsoensamenstelling

Naast het verbeteren van efficiëntie in de verschillende grondstofketens kan ook gekeken worden naar de rantsoensamenstelling voor de verschillende diersoorten. Hierbij moet gewerkt worden binnen de randvoorwaarden die in paragraaf 2.2 zijn geschetst, zoals energiewaarden en eiwitgehalten, en binnen randvoorwaarden van het mineralenbeleid. Daarnaast spelen uiteraard kosten een hoofdrol. Deze worden mogelijk en in toenemende mate beïnvloed door het gebruik van grondstoffen als biomassa voor energietoepassingen (zie tekstbox).

Beschikbaarheid van grondstoffen

Grondstoffen voor veevoer moeten in de eerste plaats voldoen aan eisen betreffende voedingswaarde (eiwit- en/of energiegehalte). Daarnaast is het natuurlijk van belang dat de grondstoffen in voldoende hoeveelheden beschikbaar zijn. Deze beschikbaarheid kan in sommige gevallen alleen worden gerealiseerd ten koste van andere toepassingen; dit kan van invloed zijn op de effectieve energiebesparing.

Bij veel veevoergrondstoffen is er - in toenemende mate - concurrentie van biomassa als energiebron, als transportbrandstof dan wel voor elektriciteitopwekking. Dit geldt zowel voor een aantal mengvoeringrediënten (bijv. palmpitschroot in elektriciteitopwekking; CE, 2006a) als voor vochtrijke reststromen (melasse, aardappelstoomschillen voor bioethanol en ook bioplastics; Annevelink, 2006). Of verschillende toepassingen elkaar ook daadwerkelijk in de weg zitten hangt af van omvang van vraag en aanbod. Omdat energietoepassingen van subsidies gebruik kunnen maken is de concurrentie overigens extra sterk.

Er kan ook concurrentie zijn tussen menselijke consumptie, veevoeder en energietoepassingen op *landgebruik* voor landbouw van gewassen. Op dit moment wordt in diverse fora gewerkt aan criteria voor beoordeling van de duurzaamheid van biotische grondstoffen in verschillende toepassingen. Wellicht is er naar analogie van de "Ladder van Lansink" een voorkeursvolgorde op te stellen van menselijke consumptie, elektriciteitopwekking, transportbrandstof, veevoeder, grondverbetering, etc. Deze voorkeursvolgorde zal niet perse hetzelfde zijn voor verschillende types ingrediënten; wellicht dat bijvoorbeeld voor reststromen van de voedingsindustrie energietoepassingen het meest aantrekkelijk zijn (Rabou, 2006).

Ten opzichte van de rantsoenen die voor de berekeningen zijn gebruikt (zie paragraaf 3.2) zijn de rantsoenen waarschijnlijk de laatste paar jaar al iets veranderd. Voergranen nemen een steeds belangrijker plek in de rantsoenen in, met name voor varkens, ten koste van cassave en olieschroot (privé communicatie ForFarmers). De bijdrage van de oliezaadschroten zou met ruim 40% zijn afgenomen, van cassave met 100% en de bijdrage van de voergranen met 70% toegenomen.

We kunnen aan de hand van door ForFarmers geleverde recente rantsoenen (Tabel 19) een inschatting maken van het effect op het totale energiebeslag. Merk op dat de rantsoenen die door ForFarmers zijn verstrekt geen verdeling hebben over de verschillende olieschroten respectievelijk voergranen en dat de bijbehorende jaarlijkse totale volumes nog onbekend zijn. De hoeveelheden die jaarlijks voor elk van de ingrediënten (analoog aan Tabel 4 t/m Tabel 7) worden gebruikt zijn daarom afgeleid uit de rantsoenen (Tabel 19), de geschatte totale hoeveelheden voor 2006 (Tabel 17) en waar nodig verdere onderverdeling zoals die voor 2004 door PDV wordt gegeven (Tabel 14). Deze berekening is niet ge-



heel consistent, met name op het gebied van enkelvoudig gebruikte krachtvoergrondstoffen, zodat het resultaat van 58 PJ als een schatting moet worden gezien.

In vergelijking met de 62 PJ zou er dus mogelijk sprake zijn van een afname van ongeveer 7% in het totale energiebeslag van krachtvoer als gevolg van verschuivingen in de rantsoenen over de laatste jaren. Hoe dit precies per ingrediënt en/of per diersoort uitpakt kan worden bepaald als nieuwe officiële statistieken beschikbaar zijn.

3.4.7 Rantsoen: soja

Zoals blijkt uit de resultaten in paragraaf 3.3, is het aandeel van alleen de sojaketten in het energiebeslag van krachtvoer bijna 20%. Ook vanwege andere milieueffecten staat het gebruik van soja in veevoer momenteel ter discussie (zie paragraaf 1.2 en daar genoemde referenties). Mogelijke alternatieven - niet dezelfde voor alle diersoorten - die deze afhankelijkheid van buitenlandse eiwitbronnen op termijn zouden kunnen verminderen zijn:

- kaaswei; dit is echter ook een tamelijk energie-intensieve grondstof zeker in gedroogde vorm (zie Tabel 10);
- biotechnologie; het zogeheten single-cell protein wordt bestudeerd als mogelijke vervanger voor soja (Huizing, 2005) maar het energiegebruik hiervoor is onbekend. Bovendien zullen dergelijke grondstoffen vooralsnog duur zijn;
- lupine; dit gewas kan in principe in Nederland of Europa worden verbouwd en heeft dan een relatief lage energie-inhoud mits afkomstig uit Europa (Bos, 2006). Deze boon wordt wel als alternatief voor soja gepresenteerd, maar heeft wel een aanmerkelijk lager gehalte DVE (Tabel 11);
- soja afkomstig uit Italië; de jaarlijkse productie is op dit moment ongeveer 600 kton dus dit kan slechts een beperkt deel van de huidige consumptie vervangen. Het energiebeslag is volgens Bos (2006) belangrijk minder dan voor soja afkomstig uit Brazilië.

Tabel 11 Vergelijking voedingswaarden soja en lupine voor rundvee (bron: Duynie, 2006)

	VEM	g DVE	g OEB	VEVI
Sojaschroot 44/7	1.017	235	182	1.089
Lupinen, rvet<7%	1.123	141	184	1.219

Door Courage, een op innovatie gerichte stichting opgericht op initiatief van LTO en NZO, is recent een onderzoek gestart naar de mogelijkheden om tot een "sojavrije" veehouderij te komen. Een mogelijkheid die onderzocht zal worden is opwaardering van ruwvoereiwit, bijvoorbeeld uit gras.

Sojaschroot is uiteraard niet de enige grondstof met hoge ketenenergie-inhoud. Afgezien van de al genoemde gedroogde wei en pulp verdienen ook maïsgluten, citruspulp en palmpitschroot als krachtvoeringrediënten aandacht op dit punt.

3.4.8 Veehouderij

De analyse in deze studie loopt in principe tot aan de veehouderij, als een “cradle to gate” ketenbenadering. Het is mogelijk dat het energiegebruik voor voermachines bij de veehouder ook te verlagen is. Daarnaast geldt bijvoorbeeld dat het kunstmestgebruik door de veehouder zelf voor ruwvoerproductie bijna evenveel keten-energiegebruik met zich kan meebrengen als het brandstofgebruik op de boerderij (zie ook 3.4.1). Hieruit moet niet geconcludeerd worden dat het beter is de eigen (ruw)voerproductie te verminderen. Vanuit het oogpunt van ketenoptimalisatie is voerproductie dichtbij de veehouderij efficiënt, niet alleen vanuit logistiek oogpunt, maar mogelijk ook vanuit het oogpunt van mestproductie en -gebruik. Ook hier geldt uiteraard dat mineralenwetgeving en economische factoren randvoorwaarden geven aan de mogelijkheden.

3.5 Veevoer binnen MJA2

3.5.1 Efficiëntieverbeteringen

De monitoring binnen MJA2 gebeurt aan de hand van de “totale energie-efficiëntie index” (TEEI). Zonder maatregelen is deze TEEI op 100; hoe meer maatregelen met energie-efficiëntie verbetering genomen worden, hoe lager de TEEI. De TEEI is opgebouwd uit drie deelindices, die aangeven hoe het staat met de energie-efficiëntie van eigen processen, in de keten respectievelijk de inzet van duurzame energie. Veranderingen in productie of samenstelling van veevoer vallen voor de MJA2-sectoren onder het onderdeel “keten”.

In deze paragraaf wordt voor een aantal mogelijke maatregelen berekend¹³ wat het effect op de TEEI zou zijn voor zowel de zuivel- als de vleesverwerkende sector.

MJA2 zuivel

Volgens de resultatenrapportage van MJA2 over 2004 was het totale directe energiegebruik in de zuivelindustrie 17 PJ. De index over 2004 was 95,4% hetgeen een totale energie-efficiëntie verbetering van 4,6% betekent, ondanks een toename van het totale energiegebruik.

Het indirecte energiegebruik in krachtvoer dat in deze studie is bepaald voor de totale rundveesector bedraagt 14,5 PJ hetgeen grotendeels voor rekening van zuivelproductie komt (Tabel 17). Aangezien vrijwel de hele zuivelsector meedoet in MJA2 kan dit getal direct gebruikt worden. Een vermindering van dit energiegebruik door de rantsoenverandering beschreven in paragraaf 3.4.6, vertaalt zich in een extra energie-efficiëntie verbetering van 7%. Een efficiëntie verbetering van 6% zou kunnen worden behaald door het kunstmestgebruik te halveren.

Een andere mogelijkheid is de volledige overschakeling naar natte perspulp. Volgens de gebruikte gegevens is de inzet van gedroogde en natte perspulp in de rundveesector ongeveer 50 : 50 (in kton droge stof). Door volledig over te gaan

¹³ Voor details zie het Protocol en de Handreiking Verbredingsthema's.



naar natte perspulp zou een energie-efficiëntie verbetering van bijna 12% te behalen zijn. Overschakeling van soja naar lupinen van Nederlandse herkomst (Tabel 11) zou een energie-efficiëntie verbetering van 4,4% kunnen geven.

Tabel 12 Schatting TEEI voor zuivelsector voor mogelijke maatregelen

	TEEI
Resultaat 2004	95,4%
Verandering rantsoenen	88,9%
Halvering kunstmestgebruik	89,3%
Volledig overschakelen perspulp	83,8%
Vervanging soja door lupinen	91,0%

MJA2 vleesverwerking

Volgens de resultatenrapportage van MJA2 over 2004 was het totale directe energiegebruik in de vleesverwerkende industrie 4,8 PJ en was ook hier sprake van een index van 95,4% (totale energie-efficiëntie verbetering 4,6%).

Het directe energiegebruik in de vleesverwerkende sector wat betreft varkens 46% van 16,8 MJ/kg (Kramer, 2006). Het indirecte energiegebruik als gevolg van voer dat hier tegenover staat is 24 MJ/kg (zie 3.5.2). Hieruit leiden we af dat in deze MJA sector een factor 3,1 zit tussen direct energiegebruik en indirect energiegebruik voor voer. We nemen daarbij aan dat voor slachtkippen dezelfde verhoudingen gelden. Voor de MJA2 deelnemers gaan we dan uit van een indirect energiegebruik in veevoer van zo'n $3,1 \times 4,8 \text{ PJ} = 14,8 \text{ PJ}$.

Een vermindering van dit energiegebruik door rantsoenverandering vertaalt zich voor deze sector in een extra energie-efficiëntie verbetering van 20%, evenals een halvering van kunstmestgebruik. Een totale overschakeling van droge naar natte wei in de varkenshouderij (Tabel 10) kan een energie-efficiëntie verbetering van bijna 40% leveren.

Tabel 13 Schatting TEEI voor vleesverwerkende sector voor mogelijke maatregelen

	TEEI
Resultaat 2004	95,4%
Verandering rantsoenen	76,4%
Halvering kunstmestgebruik	73,5%
Overschakelen varkens naar natte wei	57,8%

3.5.2 DKE en de rest van de keten

In Kramer (2006) is als onderdeel van het DKE-programma (zie paragraaf 1.1) het direct, primair energiegebruik in het laatste deel van de varkensketen bepaald, dat wil zeggen vanaf de mengvoerproducent tot en met het distributiecentrum van de retail. Zij komen op een energiegebruik van 16,8 MJ per kg varkensvlees. Hoe staat dit in verhouding tot het in deze studie bepaalde energiegebruik in de veevoerketen? Gemiddeld is een energiebeslag van 5 MJ per kg varkensvoer bepaald, waarvan ruim 86% optreedt vóór het mengvoerbedrijf. Met een

voergebruik van 5,5 kg per kg vlees (Zhu, 2004) geeft dit ruim 24 MJ per kg varkensvlees.

In totaal levert dit ruim 40 MJ per kg vlees voor het energiebeslag in de varkensketen. Voor de Nederlandse consumptie van varkensvlees betekent dat een totaal van 19 PJ. Volgens deze cijfers is het voer, nog zonder het energiegebruik bij het mengvoerbedrijf, goed voor 60% van de totale ketenenergie. Energiegebruik bij retail en consument zijn hier echter nog niet in meegenomen.

Het besparingspotentieel in het tweede deel van de keten wordt op 2 à 3 PJ geschat (AKK/SenterNovem, 2006). Uit de voorliggende studie blijkt dat in het eerste deel van de keten (de veevoerproductie) waarschijnlijk minstens het dubbele is te halen. Met de doelstelling van DKE om in 2012 in de agroketens 5 PJ aan besparing te realiseren in het achterhoofd is duidelijk dat maatregelen in de veevoerketen een heel belangrijke bijdrage kunnen leveren.



4 Kansen in de keten

4.1 Stand van zaken

De in deze studie beschouwde krachtvoergrondstoffen beslaan in totaal 62 PJ aan primaire energie. Ruim de helft van dit energiegebruik vindt buiten Nederland plaats. Transport is gemiddeld voor een kwart van het energiegebruik verantwoordelijk en teelt, inclusief kunstmestgebruik, voor 30%. Sojaschroot is de grondstof met de grootste bijdrage aan het energiebeslag van 18% in 2004. De gemiddelde energie-inhoud van de in deze studie beschouwde krachtvoeringrediënten is 4,4 MJ/kg.

Het indirecte energiegebruik via krachtvoer bedraagt voor de MJA2-sectoren zuivel en vleesverwerking ruim de helft van het totale energiegebruik. Dit betekent dat er veel ruimte is om via ketenmaatregelen aan de totale energie-efficiëntie te werken. De mogelijkheid om via verbredingsthema's aan energie-efficiëntie te werken is voor de twee sectoren dus erg interessant, zeker omdat ook een belangrijk deel van de kosten voor rekening van voer komt (Oostdijk, 2003). Alleen al recente verschuivingen in rantsoenen zouden binnen MJA2 tot een energie-efficiëntie verbetering van 7 à 10% kunnen leiden. Ter vergelijking: de gerapporteerde energie-efficiëntie verbetering op het gebied van "energiezuinige productontwikkeling" is in beide sectoren minder dan 0,5% (MJA-resultaten 2004/2005, SenterNovem).

Er is een veelheid aan maatregelen denkbaar, maar de haalbaarheid daarvan varieert, zowel in technische als in economische zin. Bovendien moet uiteraard geopereerd worden binnen de randvoorwaarden van milieubeleid, zoals mineralenbeleid, en kwaliteit- en hygiëneregelgeving. Sommige eisen aan kwaliteit en hygiëne in de voedselketen leiden zelfs tot een toename van het energiegebruik.

Er is echter ook synergie met dergelijk beleid en regelgeving mogelijk. Bij de toenemende eisen aan kwaliteit (-beheersbaarheid) in de voedselketen kan aangesloten worden met monitoring van het energiegebruik. Dat het stellen van milieueisen aan veevoer niet onmogelijk is blijkt uit de recente aankondiging van zuivelbedrijf Campina (12 juli 2006) om gefaseerd over te gaan op volledig gebruik van "groene soja" in het gebruikte veevoer. De eisen aan de groene soja betreffen voornamelijk landgebruik en sociale aspecten, maar ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Kunstmestgebruik zou ook in zo'n eisenpakket kunnen worden opgenomen. Een afname van gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen zou ook tot verminderd energiegebruik¹⁴ in de sojaketen leiden.

Ketenbeheer gericht op energie-efficiëntie kan daarnaast ook aansluiten bij beleid op het gebied van plattelandontwikkeling en de vermistingsproblematiek. Het eiwitgehalte in het veevoer is in dit laatste een belangrijke factor en het zijn

¹⁴ 95 MJ/kg bestrijdingsmiddel volgens Brand, 1993.

veelal juist de - buitenlandse - eiwitrijke grondstoffen die tot een hoog energiegebruik leiden.

4.2 Hoe verder?

Het nemen van verantwoordelijkheid is een belangrijke stap in ketenbeheer. Een bedrijf hoeft niet volledig verantwoordelijk te *zijn* voor bepaalde activiteiten en daaruit voortkomende milieudruk, maar kan wel verantwoordelijkheid nemen om deze te verminderen. In de veevoerketen speelt dit bijvoorbeeld rond het gebruik van bijproducten van de voedselindustrie. Historisch gezien is het vaak de voedingsindustrie die zorgde voor het ontstaan van bepaalde stromen bijproducten en het is waarschijnlijk beter voor het milieu om bijproducten zoals olieschroten hoogwaardig als veevoer te benutten dan ze als afval te verwerken. De veehouder betaalt echter voor deze krachtvoergrondstoffen en heeft er daarom ook iets over te zeggen. Het is voor het milieu nog beter als de hele productieketen wordt geoptimaliseerd en hiervoor kunnen alle afnemers verantwoordelijkheid nemen. Bovendien zorgen economische verschuivingen ervoor dat de drijvende factor in een bepaalde keten kan veranderen; het gebruik van economische allocatie zoals in dit rapport geeft zo een verantwoorde verdeelsleutel voor milieudruk over bijproducten.

Het ligt echter voor de hand dat de verschillende partijen in een keten de verantwoordelijkheid samen oppakken. In sectoren met een sterke verticale integratie kunnen grote spelers weliswaar ook op eigen initiatief invloed uitoefenen, zoals het eerder gegeven voorbeeld van Campina laat zien, maar voor kleinere spelers die in de keten ook letterlijk verder weg staan van - in dit geval - productie en gebruik van veevoer is samenwerking de sleutel tot succes bij het nemen van ketenverantwoordelijkheid. Zo'n samenwerking kan op verschillende manieren worden opgezet :

- 'verticale' samenwerking, zoals verbanden van veehouders, slachters en slagerijen of zuivelcoöperaties;
- 'horizontale' samenwerking, waarmee een aantal kleine partijen met min of meer dezelfde positie in de keten krachten bundelen;
- 'kruislingse' samenwerking, waarin afnemers van verschillende bijproducten in één keten of verschillende afnemers van veevoer samen optrekken.

Alle drie kunnen binnen de context van MJA2 worden opgepakt. Al bestaande verticale structuren zouden kunnen worden uitgebreid door een nog groter deel van de keten onder te brengen in het convenant. Met name de mengvoerproducenten spelen een sleutelrol in het in deze studie bekeken energiegebruik. Het is van belang dat ook zij hun ketenverantwoordelijkheid nemen samen met hun leveranciers en afnemers. Door deelnemer aan de Meerjaren Afspraken te worden zou die sector dat kunnen oppakken. Voor horizontale samenwerking biedt MJA2 al een forum, omdat deelnemende bedrijven van één sector in grote lijn dezelfde belangen hebben.

Een pad van kruislingse samenwerking binnen MJA2 zou zeker nieuwe ideeën opleveren. Hierbij valt te denken aan interactie tussen de zuivel- en de vleesver-



werkende sector, maar ook de MVO-sector - als speler in een andere "tak" van de oliezaadketen - en andere bedrijfstakken uit de voedingsmiddelenindustrie – als leveranciers van bijproducten voor veevoer - kunnen hierbij horen.

Via het DKE-programma kunnen bedrijven met geschikte partners op zoek naar mogelijkheden. De potentiële energiebesparing in de veevoerketen is groot en de doelstelling van DKE voor 2012 om 5 PJ besparing in agroketens te bewerkstelligen zou hiermee zeker voor een belangrijk deel kunnen worden ingevuld.



Literatuur

AKK/SenterNovem, 2006

De duurzame keten biedt kansen : energiebesparing door keteninnovatie
Den Bosch; Utrecht : Stichting Agro Keten Kennis; SenterNovem, 2006

Annevelink, 2006

Annevelink E., et al.,
Quick scan kansen op het gebied van biobrandstoffen
In: Agrotechnology and Food Innovations nr 619, Wageningen, 2006

Blonk, 1997

Blonk, T.J., Lafleur, M.C.C., van Zeijts, H.
Towards an environmental infrastructure for the Dutch Food Industry
IVAM/CLM Report 97-05, 1997
S.I. : IVAM/CLM, met name Appendix 4 : Screening LCA on pork, 1997

Bos, 2003

Bos, J.F.F.P., et al.,
Bouwstenen voor een zelfvoorzienende biologische landbouw
Wageningen : WUR, 2003

Bos, 2006

Bos, J.F.F.P.
Mengvoedergrondstoffen met binnen- of buitenlandse oorsprong: effect op energieverbruik van mengvoerproductie,
Wageningen : Plant research international BV, WUR, 2006

Bote, 2006

Bote, A., Buijs, S., Dijk, D. van, et al.
The global footprint of farming
Wageningen : S.n., 2006

Bouwmeester, 2005

Bouwmeester, H., et al.
Risicobeheersing bij gebruik van reststoffen in diervoeders
RIKILT 2005.001
S.I. : S.n., 2005

Brand, 1993

Brand, R., Melman, A.,
Energie-inhoudnormen voor de veehouderij
Apeldoorn : TNO MEP, 1993

Carlsson, 2000

Carlsson-Kanyama, A., Faist, M.,
Energy use in the food sector
AFR report 291
S.I. : S.n. 2000

CE, 2005

Vroonhof, J., Croezen, H., Bergsma, G.,
Milieuanalyse inzet alternatieve (bio)brandstoffen voor Gelderland 13
Delft : CE, 2005

CE 2006a

Vroonhof, J., Croezen, H., Sevenster, M., Singels, K.,
Milieuanalyse vier alternatieve (bio)brandstoffen voor Gelderland 13
Delft : CE, 2006

CE 2006b

Bruyn, S. de, Sevenster, M., Voet, E. van der, Oers, L. van,
Materiaalverbruik en milieu-impact, data 1990-2004
Delft : CE, 2006

Cederberg, 2000

Cederberg, C., Mattsson, B.,
Life cycle assessment of milk production
In: Journal of Cleaner production 8, p.49, 2000

CMU, 2003

Tippayawong, N. et al.
Analysis of Energy Requirement for Vegetable Oil Production in Northern Thai-
land Farms
In: CMU Journal Vol. 2(1) 37

Dongen, 2003

Dongen, van C.,
Op weg naar optimale voeding
In: Praktijkcijfers 2, De Bilt, 2003

EFMA, 2005

Forecast of food, farming and fertilizer use in the EU 2005-2015
S.I. : European Fertilizer Manufacturers Association, 2005

Eijk, 2005

Eijk, J. van, Koot, N.
Uitgebreide Energie Studie Nederlandse Vereniging Meelfabrikanten
Amersfoort : KWA, 2005



Eriksson, 2005

Eriksson, I. et al.

Environmental systems analysis of pig production; the impact of feed choice

In: International Journal of LCA 10 (2), 143-154, 2005

FAO, 2002

FAO en andere organisaties

Fertilizer use by crop (fifth edition)

Rome : FAO, 2002

FAO, 2004

FAO

Fertilizer use by crop in Brazil

Rome : FAO, 2004

GAVE, 2005

Croezen, H., Kampman B.

Op (de) weg met pure plantenolie?

Utrecht : SenterNovem, 2005

Gelder, 2005

Gelder, J. van, Dros, J.M.

Van oerwoud tot kippenbout

S.I. : Nederlandse sojacoalitie, 2005

Gerbens, 2000

Gerbens-Leenes, P.W.

Groen Kookboek : milieubewust koken met een laag energie- en landgebruik

S.I. : S.n., 2000

Hirsch, 2001

Hirsch, D.

Soy trade flows in the Netherlands; inventory of trade in organic soy in the Netherlands (final report)

S.I. : S.n., 2001

Huizing, 2005

Huizing, H.

Single cell protein (SCP) als alternatief voor soja: een haalbaarheidstudie

Utrecht : S.n., 2005

Kasteren, 2005

Kasteren, H. van, Overeem I.,

Verduurzaming van de intensieve varkenshouderij; de rol van IKB

Tilburg : Telos 2005

Kim, 2002

Kim, S., Dale, B.,

Allocation procedure in ethanol production system from corn grain

In: International Journal of LCA OnlineFirst, 2002

Kim, 2005

Kim, S., Dale, B.

Life cycle assessment study of biopolymers derived from no-tilled corn

In: International Journal of LCA 10(3) 200, 2005

Kramer, 2006

Kramer, K.J., Hoste, R., Dooren, H.J. van,

Energie in de varkensketen

Wageningen : LEI, 2006

Kok, 2004

Kok, E., et al.

GGO vrije diervoederketens; Kennisscan 2004, 2004

RIKILT rapport 2004.009

Wageningen : S.n., 2004

Kongshaug, 1998

Kongshaug, G.

Energy consumption and greenhouse gas emissions in fertilizer production

Proceedings of the 1998 IFA technical conference, 1998

LNV, 2005

Feiten en cijfers van de Nederlandse agrosector 2005/2006, Den Haag

Den Haag : LNV, 2005

McManus, 2004

McManus M., et al.

Life-cycle assessment of mineral and rapeseed oil in mobile hydraulic systems

In: Journal of Industrial Ecology, Volume 7, nr 3-4, 2004

Meeusen-van Onna, 1996

Meeusen-van Onna, M.

Toepassing van LCA voor agrarische producten, deel 4b (melkveehouderij)

Den Haag : LEI-DLO, 1996

Nemecek, 2005

Nemecek, T., Erzinger, S.

Modelling Representative Life Cycle Inventories for Swiss Arable Crops

In: International Journal of LCA, 10(1) p.68, 2005

Nierenberg, 2005

Nierenberg, D.

Happier meals; rethinking the global meat industry

In: Worldwatch paper 171, 2005



Nieuwland, 2002

Nieuwland, J., et al. (KWA)

Pre-pilot onderzoek naar energiebesparing in de varkensvleesketen

Utrecht : SenterNovem, 2002

NRLO, 1996

Drastische verbetering van de nutriëntenbenutting in de dierlijke productie

NRLO rapport 94/3

S.I. : NRLO, 1996

NRLO, 1997

Ketelaars, J., Ruiter, F. de

Ontwerpen voor een schone landbouw (achtergrondstudie)

NRLO nr 97/5

S.I. : NRLO, 1997

Nederlandse sojacoalitie, 2006

Soja doorgelicht; de schaduwzijde van een wonderboon

S.I. : Nederlandse sojacoalitie, 2006

Oldenhof, 2004

Oldenhof, S.

Uitgebreide energiestudie Zuivelindustrie, KWA

Utrecht : SenterNovem, 2004

Oostdijk, 2003

Oostdijk, A., et al.

Voer tot nadenken; veiligheidsrisico's diervoederketens, Research voor beleid in opdracht van de Tweede Kamer

Leiden : S.n., 2003

Paisancharoen, 2002

Paisancharoen, K., Matsumoto, N.

Utilization of organic resources in cassava farming in Northeast Thailand

In: Development of Sustainable Agricultural System in Northeast Thailand through Local Resource Utilization and Technology Improvement, JIRCAS working report no.30, 2002

Pijl, 2000

Pijl, S. van der, et al.

Domeinverkenning voeden; ingrediënten voor een gezond milieu

Den Haag : S.n., 2000

Profetas, 2006

Aiking H., Boer J. de, Vereijken J. (eds)

Sustainable protein production and consumption: Pigs or Peas?

In: Environment and Policy vol. 45, Springer, Dordrecht, 2006

PVE, 2006

Statistisch Jaarrapport 'Vee, Vlees en Eieren in cijfers 2006'
Bijbehorende cijfers via website www.pve.nl
S.I. : S.n., 2006

Rabou, 2006

Rabou, L. et al.
Biomassa in de Nederlandse energiehuishouding in 2030
S.I. : Platform Groene grondstoffen, 2006

Ramirez, 2005

Ramirez, A.
Monitoring energy efficiency in the food industry (proefschrift)
Utrecht : Universiteit Utrecht ; NWO ; SenterNovem, 2005

Ramirez, 2006

Ramirez, A., Blok, K., Neelis, M., Patel, M.
Adding apples and oranges: monitoring of energy efficiency in the Dutch food industry
In: Energy Policy 34, 1720-1735, 2006

RIVM, 2000

Elzenga J., et al.
Het ruimtebeslag van Nederlanders, 1995-2030
RIVM 408129 010
Bilthoven : RIVM, 2000

RIVM, 2004

Rood G., et al.
Spoorzoeken naar de invloed van Nederlanders op de mondiale biodiversiteit
RIVM 500013005/2004
Bilthoven : RIVM, 2004

Schans, 2005

Schans, F. van der, et al.
Naar een duurzame melkveehouderij
Culemborg : CLM ; SNM, 2005

Sita, 2003

De inspiratie van duurzaam afvalbeheer : duurzaamheidsverslag 2003
S.I. : Sita Nederland, 2003

Smith, 2005

Smith, A., et al.
The validity of foodmiles as an indicator of sustainable development
Oxfordshire : AEA Technology, 2005



Stegers, 2004

Stegers, R.
Uitgebreide energiestudie voor de sector vlees
Utrecht : Ecofys i.o.v. SenterNovem, 2004

Vis, 2002

Vis, M.
Beschikbaarheid van reststromen uit de voedings- en genotmiddelen industrie
voor energieproductie, eindverslag 2DEN-02.18
S.I. :S.n., 2002

Vis, 2003

Vis, R. et al.
De diervoederketen en zijn witte vlekken in kaart gebracht : tussenrapport keten-
analyse diervoedersector
S.I. : S.n., 2003

Werf, 2004

Werf, H. van der
Evaluating environmental impacts of protein sources for animal feed
In: Grain legumes and the environment, Zurich 18-19 November 2004

Zhu, 2004

Zhu, X.
Environmental-economic modelling of novel protein foods: a general equilibrium
approach, 2004, PhD thesis Wageningen Universiteit (Chapter 4)
Wageningen : Wageningen Universiteit, 2004

Websites**Duynie, 2006**

www.duynie.nl
28-3-2006

IRS, 2002

www.irs.nl

OPNV

www.opnv.nl

PDV

www.pdv.nl



CE

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Energiegebruik in de veevoerketen

Inventarisatie t.b.v. MJA2

Bijlagen

Rapport

Delft, januari 2007

Opgesteld door: M.N. (Maartje) Sevenster
D.H. (Derk) Hueting





A Grondstoffen

A.1 Totale stromen

Het PDV (productschap diervoeders) en de OPNV (Vereniging Overleggroep Producenten van Natte Veevoerders) houden voor de totale Nederlandse markt gegevens bij. In Tabel 14 wordt voor de bovengenoemde stromen de hoeveelheid gegeven die beschikbaar kwam in Nederland (d.w.z. productie plus import minus export, zie ook Tabel 16) in 1996/97 evenals in 2003/04.

Granen en graanbijproducten vormen samen met schilfers en schroten (soja, zonnebloem, etc.) de hoofdmoot wat betreft volume, zo'n 70%. Opvallende afname is te zien voor maniok (cassave), melasse, dierlijke eiwitten en vet- en oliehoudende stoffen. De laatste twee zijn te begrijpen in het licht van de diverse veeziektes die tussen 1996 en 2003 speelden en naar aanleiding waarvan een aantal grondstoffen uit de veevoerketen wordt geweerd.

Tabel 14 Per jaar beschikbaar komende krachtvoergrondstoffen in NL (van 1 juli tot 30 juni, bron: PDV). Cijfers voor stromen die tussen 1996 en 2003 met meer dan 50% zijn afgenomen zijn schuin gedrukt

	1996/97	2003/04 ^(d)	toename
	kton	kton	%
Granen	3.349	3.809	14%
graanbijproducten	1.293	847	-34%
schilfers en Schroten	6.443	5.048	-22%
Manioc	1.939	749	-61%
gras/klaver/luzernemeel	238	117	-51%
gedroogde bietenpulp ^(a)	436	251	-42%
Citruspulp	616	535	-13%
Melasse	611	250	-59%
Vinasse	140	166	19%
Weipoeder	408	249	-39%
magere melkpoeder ^(b)	184	143	-22%
dierlijke eiwitten ^(c)	454	33	-93%
vetten en oliën	551	383	-30%
voerpeulvruchten	446	202	-55%
Lupinezaad	132	97	-27%
vet/oliehoudende stoffen	347	109	-69%
Diversen	1.142	782	-32%
totaal	18.729	13.770	-26%

(a) Incl. gemelasseerd bietenpulp.

(b) Excl. ondermelk in kunstmelkvoeder (kalveren).

(c) Waarschijnlijk alleen nog vismeel voor varkens/kippen in 2003/04.

(d) Voorlopige cijfers.

Een aantal van de genoemde krachtvoergrondstoffen (Tabel 14) betreft (gedroogde) restproducten uit diverse voedingsmiddelen industrieën. De omvang van ongedroogde reststromen wordt in Tabel 15 gegeven.

Tabel 15 Nederlandse afzet vochtrijke voedermiddelen (2003) (bron: OPNV)¹⁵

<i>Stroom</i>	<i>Volume in kton</i>	<i>Aandeel varkens in %</i>
Graanverwerking	1.995	
tarwezetmeel	1.264	100%
bierbostel	491	10%
maisgluten	133	5%
biergist	102	100%
graanspoeling	5	10%
Aardappelverwerking	1.336	
aardappelstoomschillen	638	90%
aardappelpersvezel	360	0%
Divers aardappel	338	45%
Suikerindustrie	827	
bietenperspulp	773	5%
combi/boerenpulp	54	0%
Wei/melkproducten	600	100%
Fermentatie industrie	232	100%
Diversen	334	
bakkerijproducten	150	100%
overig	184	73%
totaal	5.324	

Onder “diversen” in Tabel 15 valt (waarschijnlijk) ook afval uit groente- en fruitverwerkende industrie anders dan aardappelverwerking. Het gaat om ongeveer 63 kton die werd toegepast in veevoer (Vis, 2002).

Uit Tabel 16 wordt duidelijk dat ook restproducten (deels) uit het buitenland worden geïmporteerd, waaronder bijvoorbeeld wei als grondstof voor weipoeder. De hoeveelheden in Tabel 15 betreffen de afzet als natte grondstof, terwijl in Tabel 16 gedroogde grondstoffen (bijv. weipoeder en gedroogde pulp) worden weergegeven. Voor andere ingrediënten (bierbostel?) is mogelijk wel enige overlap tussen de twee tabellen. Overigens wordt ook een deel van de natte grondstoffen geëxporteerd (CBS statline); dit deel komt dus zeker niet terug in Tabel 16.

Al met al is het lastig om de omvang van alle belangrijke stromen nauwkeurig in beeld te krijgen; verschillende bronnen laten variaties op hoeveelheden (voor hetzelfde jaar) zien van zo'n 10% tot 25%, afhankelijk van de grondstof.

¹⁵ Overleggroep producenten natte veevoerders.



Tabel 16 Beschikbare krachtvoergrondstoffen en herkomst (bron: PDV)

<i>Hoeveelheden in kton</i>					
<i>Data 2004</i>	Uit binnenland			invoer als zodanig	totaal beschikbaar
	eigen behoud	Via handel			
			binnenlandse grondstof	buitenlandse grondstof	
Granen	67	1192		3.199	4.459
tarwe	40	819		1.145	2.004
gerst	19	157		590	766
mais		188		1.156	1.345
graanbijproducten		45	686	67	797
tarwe		43	524	104	671
mais				170	170
Veekoeken			3.208	1.290	4.498
soja			2.402	-441	1.961
zonnebloem			311	32	343
kokos				67	67
palmpit				727	727
koolzaad				730	730
maiskiem			44	19	62
maisgluten			315	273	588
Maniok				656	656
gras/klaver/lucernemeel	59	72		25	156
gedroogde bietenpulp		29		141	170
Citruspulp				470	470
Melasse		10		240	250
Vinasse		90		55	144
Weipoeder		58		217	275
magere melkpoeder		24		105	129
dierlijke eiwitten				8	8
voerpeulvruchten				224	224
Lupine				96	96
lijnzaad/oliezaden				109	109
vetten en oliën				383	383
diversen (a)				844	844
Totaal	126	1.520	3.894	8.129	13.668
Percentage totaal	1%	11%	28%	59%	

(a) Hieronder vallen onder andere bierbostel en maïszetmeel

Volgens de cijfers van het PDV (Tabel 16) is zo'n 87% van alle niet-natte krachtvoer(grondstoffen) uit het buitenland afkomstig. Wat betreft sojapellets is Nederland netto exporteur, maar uiteraard gaat het hier wel om pellets uit sojabonen die oorspronkelijk uit het buitenland komen. Op de precieze herkomst van soja en een aantal materialen wordt in bijlage B ingegaan.

Naast de ongeveer 13 Mton krachtvoer plus 5 Mton nat krachtvoer die in Nederland wordt gebruikt, is er ook nog zo'n 11 Mton aan ruwvoer (Vis, 2003).

A.2 Samenstelling per diersoort

Wat betreft jaarlijkse hoeveelheid mengvoeders laat Tabel 17 zien dat het aandeel dat wordt geproduceerd voor melkvee en vleesvarkens het grootste is: beide ruim 3 Mton. Binnen de rundveesector is ongeveer 10% van de mengvoerproductie bestemd voor vee anders dan melkvee. Dit deel betreft niet uitsluitend vleesvee, maar ook jongvee, etc. Het aandeel mengvoer voor vleesvee is dus

hooguit zo'n 5%. Voor de varkenssector geldt uiteraard dat alle gebruikte voer uiteindelijk in dienst staat van de vleesproductie, ook het voer voor fokdieren en biggetjes. Merk op dat het verschil tussen mengvoerproductie en beschikbare krachtvoeringrediënten (Tabel 16) ongeveer 1,5 Mton is; hierin zijn de natte grondstoffen (Tabel 15) nog niet meegenomen. Het betreft hier waarschijnlijk de inzet van vooral voergranen als enkelvoudig krachtvoer. Inmiddels is dit aandeel mogelijk groter (ForFarmers, privé communicatie).

Tabel 17 Mengvoederproductie in NL in 2003 (bron: PDV)

	2003	2005 (raming)	Schatting ForFarmers 2006
	kton	kton	
Rundvee	3.388	3.200	3.392
<i>Waarvan melkvee</i>	3.067		
Varkens	5.227	5.400	5.616
<i>Waarvan vleesvarkens</i>	3.404		
Pluimvee	2.744	3.250	3.334
<i>Waarvan legpluimvee</i>	1.411		1.755
Overig (incl. huisdieren)	797	850	918
	12.156	12.700	13.260

Exclusief kunstmelkvoeders.

De samenstelling van het mengvoer is uiteraard niet voor alle veesoorten hetzelfde. In Tabel 15 is voor de natte (rest)stromen al aangegeven welk deel hiervan naar varkenshouderij gaat. Voor sommige ingrediënten is dit 100% (bijv. tarwezetmeel). Andere gaan voornamelijk naar rundveevoer (bijv. bietenpulp van de suikerbereiding).

In onderstaande tabel worden schattingen van de gemiddelde samenstellingen van mengvoer gegeven per diersoort. Hierbij moet in gedachten worden gehouden dat deze data van rond 2000 (i.e. BSE-crisis) zijn. Sindsdien is de aandacht voor voedselkwaliteit en -veiligheid sterk toegenomen en zien we een verschuivingen in samenstelling van voer (met name maar niet alleen voor koeien) zoals te zien in Tabel 14. Daarnaast nemen de vochtrijke (2^{de} generatie) bijproducten een steeds belangrijker plaats in met name in het varkensvoer (Oostdijk, 2003).

Tabel 18 Samenstellingen mengvoer in Nederland per diersoort over de periode 1998-2001 (Kok, 2004)

	Rundvee	Varkens	Slacht-pluimvee	Leg-pluimvee	Overig	Totale productie
Voergraan	6%	15%	50%	53%	12%	23%
Peulvruchten	3%	5%	2%	2%	1%	3%
maalderijproducten	2%	10%	1%	2%	38%	7%
zetmeelbereiding	31%	1%	2%	6%	3%	9%
dextrose/glucose						
Suikerbereiding	13%	5%			2%	6%
alcohol/bierbereiding	4%				6%	2%
Citruspulp	8%	1%				2%
Tapioca	1%	18%	6%	4%	2%	10%
Oliezaad		1%	3%	3%	3%	1%
plantaardig vet			1%	1%		1%
oliebereiding (schroot)	30%	34%	26%	16%	7%	28%
dierlijk eiwit		2%	4%	5%	3%	2%
Grasmeel				1%	23%	1%
dierlijk vet		3%	1%	2%		2%
Zuivelproductie		1%				
Aminozuren						
Fytase						
Mineralen	2%	2%	3%	4%		2%
Vitamine						
Overig		2%		1%		1%
<i>totaal</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>99%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>

In Tabel 19 staan recenter gegevens voor dezelfde rantsoenen volgens opgave van het mengvoerbedrijf ForFarmers.

Tabel 19 Samenstellingen krachtvoer voor 2005/6 (ForFarmers, privé communicatie)

	Rundvee	Varkens	Slacht-pluimvee	Leg-pluimvee	Totale productie
Voergraan	15%	60%	65%	65%	48%
Peulvruchten	5%	2%		2%	3%
maalderijproducten	5%	10%		5%	6%
zetmeelbereiding	20%			5%	6%
dextrose/glucose					0%
Suikerbereiding	25%	3%			8%
alcohol/bierbereiding					0%
Citruspulp	10%				3%
Tapioca					0%
Oliezaad			5%		1%
plantaardig vet	0,50%	1%	3%	2%	1%
oliebereiding (schroot)	15%	25%	20%	20%	20%
dierlijk eiwit			2%		0%
Grasmeel	3%			1%	1%
dierlijk vet			2%		0%
Zuivelproductie		1%			0%
Aminozuren		0,10%	0,15%	0,15%	0%
Fytase		0,01%	0,01%	0,01%	0%
Mineralen	2%	2%	2%	2%	2%
Vitamine	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0%
Overig					
<i>totaal</i>	<i>101%</i>	<i>104%</i>	<i>99%</i>	<i>102%</i>	<i>100%</i>

Specifieke omstandigheden

In Bos (2006) wordt de samenstelling van mengvoer in biologische varkenshouderijen gegeven, met herkomst van ingrediënten. In Tabel 20 wordt hiervan een overzicht gegeven.

Tabel 20 Samenstelling mengvoer biologische vleesvarkens (Bos, 2006)

Kg droge stof per varkensplaats jaar	Aandeel	Grondstof	Herkomst
157	24,4%	tarwe	Europa ov
132	20,5%	erwten	Europa ov
110	17,1%	gerst	Europa ov
52	8,1%	tarwe	NL
50	7,8%	Soja	Brazilië
29	4,5%	lupine	Europa ov
27	4,2%	gerst	NL
25	3,9%	sesamzaadschilfers	Afrika, Azië
16	2,5%	aardappeleiwit	NL
12	1,9%	Soja	Italië
12	1,9%	tarwegries	Europa ov
10	1,6%	koolzaadschilfers	Europa ov
5	0,8%	lupine	Australië
4	0,6%	tarwegries	NL
3	0,5%	koolzaadschilfers	NL

De mengvoersamenstelling volgens opgave van ForFarmers (privé communicatie) wordt gegeven in Tabel 21.

Tabel 21 Samenstelling mengvoer biologische vleesvarkens (ForFarmers, 2006)

Gerst	19,7%
Tarwegries	15,0%
Rogge	15,0%
Sojabonen	12,7%
tarwe	10,0%
Erwten	8,5%
Luzerne	5,0%
Rietmelasse	3,0%
Raapschilfers	2,9%
zonnebloem schroot	2,3%
Aardappeleiwit	2,6%
palmpitschilfers	1,3%
Krijt	1,1%
Zout	0,4%
Premix	0,5%
	100%

Door Dongen (2003) is in opdracht van "Praktijkcijfers 2" gekeken naar rantsoensamenstellingen voor melkvee bij deelnemende bedrijven. De resultaten staan in Tabel 22; merk op dat het project Praktijkcijfers zich richt op het terugdringen van mineralenoverschotten en dat ook het rantsoen hierop wordt aangepast. De cijfers wijken dus mogelijk iets af van algemene gemiddelden.

Tabel 22 Stalrantsoensamenstelling (kg droge stof per koe per dag) voor melkvee bij bedrijven die deelnemen aan Praktijkcijfers 2 (data voor 2002, bron: Dongen, 2003)

	Kg d.s. per koe per dag
Geconserveerd gras	7,5
Snijmais	5,5
GPS ¹⁶	0,1
Stro	0,1
overig	0,1
Mengvoer	5,5
enkelvoudig krachtvoer eiwitarm	0,1
enkelvoudig krachtvoer eiwitrijk	0,1
bijproducten eiwitarm	0,3
bijproducten eiwitrijk	0,3

Bij onbeperkte beweiding is de consumptie van weidegras 13,3 kg droge stof per koe per dag, met daarnaast nog 4,1 kg krachtvoeropname (vergelijk 6,3 kg voor Tabel 22).

¹⁶ Gehele plant silage.



B Details per grondstof

B.1 Algemeen

Voor veel van de krachtvoergrondstoffen die in Nederland worden ingezet geldt dat de stroom grotendeels uit één of enkele landen afkomstig is. In deze bijlage wordt dit verder onderbouwd en gekeken naar wat dit betekent voor het energiegebruik in de betreffende ketens. De plaatselijke opbrengsten per hectare zijn hierin een factor. Deze worden voor de belangrijkste landen van herkomst per gewas in Tabel 23 gegeven.

Tabel 23 Opbrengsten in ton per ha voor belangrijkste landen van herkomst per grondstof (FAO, gemiddeld over 2000-2005)

	cassave	soja	zonnebloem	maïs	koolzaad	kokos	palm (a)	tarwe	gerst	suikerbiet
Thailand	18									
ZO Azië						4,9	17,2			
Brazilië		2,5								
Argentinië		2,5	1,8							
USA		2,6		9,0 (b)						
EU25			1,9		2,7					
Frankrijk			2,3	8,5				7,0	6,3	
Hongarije			2,1							
Duitsland				9,4	3,4				5,8	
NL								8,4	6,0	60

(a) Betreft de zogeheten "fresh fruit bunch" (FFB).

(b) Betreft de productie van maïsgluten. Voedermaïs is afkomstig uit Europa.

Maïsgluten komt voornamelijk uit de Noord Amerika; voor de EU25 is 84% van de import van "corn gluten feed" afkomstig uit de NAFTA-regio bestaande uit Canada, Mexico en USA (EU agricultural trade statistics, november 2005). Citruspulp is vooral afkomstig uit Florida en Brazilië (Oostdijk, 2003).

Voor elk land is per gewassoort bekend hoeveel kunstmest gebruikt wordt in kg N, P en K per hectare (FAO, 2002). Dit wordt in deze bijlage per gewassoort besproken. Deze kg N, P en K moeten echter nog vertaald worden naar energiegebruik per eenheid grondstof. Hiervoor worden voor de meeste landen van herkomst gemiddelde GER¹⁷-waarden gebruikt, afgeleid uit recente bepalingen van GER-waarden door Ramirez (2005).

¹⁷ Gross Energy Requirement.

Tabel 24 GER-waarden voor kunstmest soorten, gemiddelde technologie 2000/2001

Kunstmest	Eenheid	GER-waarde (a)	Gemiddelde waarde
Ammonia	GJ/ton N	41,0	44 MJ/kg N
Urea	GJ/ton N	50,4	
AN	GJ/ton N	39,5	
CAN	GJ/ton N	43,7	
AS	GJ/ton AS	9,5	
PK-22-22	GJ/ton PK	7,1	8 MJ/kg P ₂ O ₅
SSP	GJ/ton P ₂ O ₅	6,5	
TSP	GJ/ton P ₂ O ₅	9,3	
K Cl	GJ/ton K ₂ O	5,1	5 MJ/kg K ₂ O
NPK 17-17-17 (gebaseerd op AN en Phosphoric acid)	GJ/ton	9,3	
NOK 17-17-17 (gebaseerd op urea en TSP)	GJ/ton	17,8	

(a) Bron : Andrea Ramirez, privé communicatie.

Voor enkele landen is echter wel bekend welke types kunstmest (voornamelijk) worden gebruikt, in dat geval wordt de energie-inhoud specifiek bepaald.

Het aandeel van de verschillende diersectoren in consumptie van belangrijke voedingrediënten wordt gegeven in Kok (2004, zie Tabel 25). De gegevens zijn in principe opgesteld voor de periode 1998-2001; het is dus mogelijk dat er sindsdien enige verschuiving is opgetreden. We gaan er echter vanuit dat veranderingen vooral zijn opgetreden in totale hoeveelheden en niet in belangrijke mate in de verdeling over diersoorten.

Tabel 25 Verdeling van de belangrijkste grondstoffen over diersoorten (Kok, 2004). NB: rijen tellen op tot (ongeveer) 100%.

	Rundvee	Varkens	Slacht-pluimvee	Leg-pluimvee	Diversen
Voergraan	6,5%	29,9%	31,5%	29,8%	2,3%
Peulvruchten	24,4%	59,4%	8,1%	8,3%	0,9%
Maalderijproducten	7,1%	64,4%	1,8%	2,9%	23,5%
zetmeelbereiding	82,4%	4,5%	4,0%	8,7%	1,3%
Suikerbereiding	54,8%	41,3%	1,0%	0,8%	1,4%
alcohol/bierbereiding	53,6%	9,6%	3,2%	1,8%	15,4%
citrus pulp	88,2%	11,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Tapioca	1,4%	83,1%	9,2%	5,7%	0,7%
Sojaschroot	9,3%	51,7%	24,9%	12,6%	1,4%
koolzaadschroot	14,7%	71,3%	9,9%	3,8%	0,3%
zonnebloemschroot	10,0%	73,2%	7,4%	8,2%	1,0%
Palmpitschroot	55,0%	28,3%	0,1%	1,2%	0,5%
Kokosschroot	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Weipoeder	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%

In de onderstaande paragrafen worden voor de belangrijkste grondstoffen details gegeven betreffende de productieketen. De besproken grondstoffen zijn:

- 1 Soja.
- 2 Oliezaden (overig).
- 3 Granen.
- 4 Maïsgluten en tarwegries.
- 5 Cassave.
- 6 Bij- en restproducten (overig).

B.2 Soja

Het gebruik van soja in veevoer staat de laatste jaren sterk in de aandacht van NGO's, onder andere omdat in Nederland - en in Europa - het aandeel veevoer in het totaal gebruik van soja groter is dan in de rest van de wereld (zie figuur). Er is daarom relatief veel bekend over herkomst en handelsketen van deze grondstof.

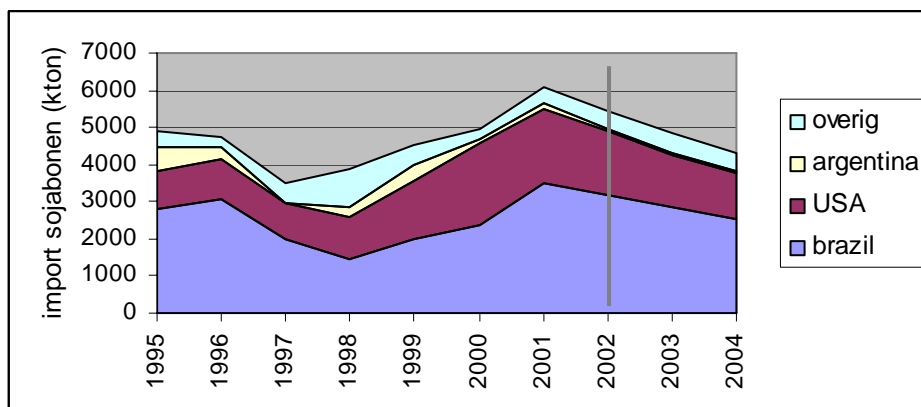
Nederland importeert bijna 5 Mton sojabonen per jaar (Tabel 26). Een deel van deze bonen wordt direct geëxporteerd, met name naar Duitsland (Hirsch, 2001). Een groot deel wordt verwerkt en het daarbij ontstane schroot wordt ook deels geëxporteerd. In 2000 was Nederland netto exporteur van schroot (Hirsch, 2001), maar sindsdien is dit omgekeerd (Tabel 26).

Tabel 26 Import en export van soja in Nederland over 2004 (FAO, UN Comtrade)

Hoeveelheden in Mton	FAO		Comtrade	
	import	export	import	export
Sojabonen	4,8	1,6	4,3	1,2
Sojacakes	4,5	4,1	2,6	3,1
"schijnbare consumptie"	2,98		2,05	

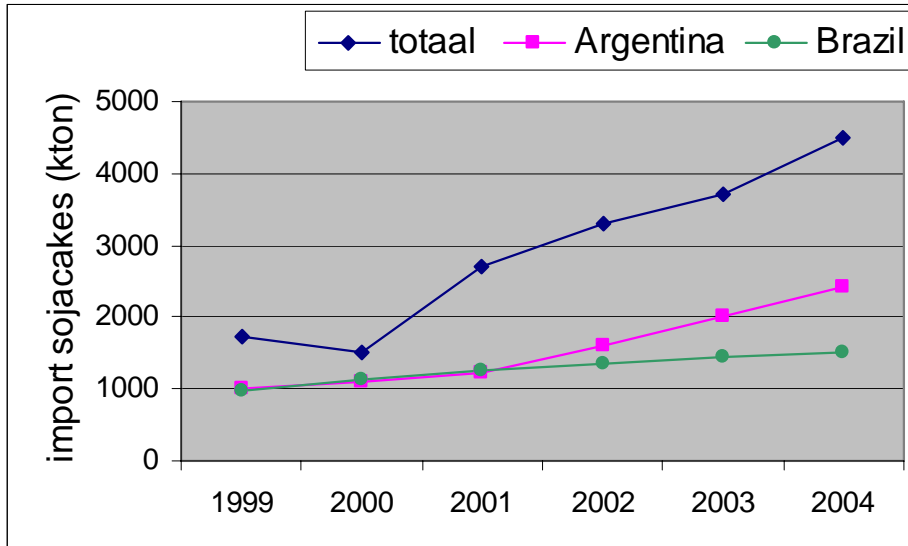
De herkomst van de sojabonen is voornamelijk Brazilië en deels de VS en Argentinië (Figuur 4).

Figuur 4 Import van sojabonen in NL, de waarde voor 2002 is een interpolatie (data: UN Comtrade)

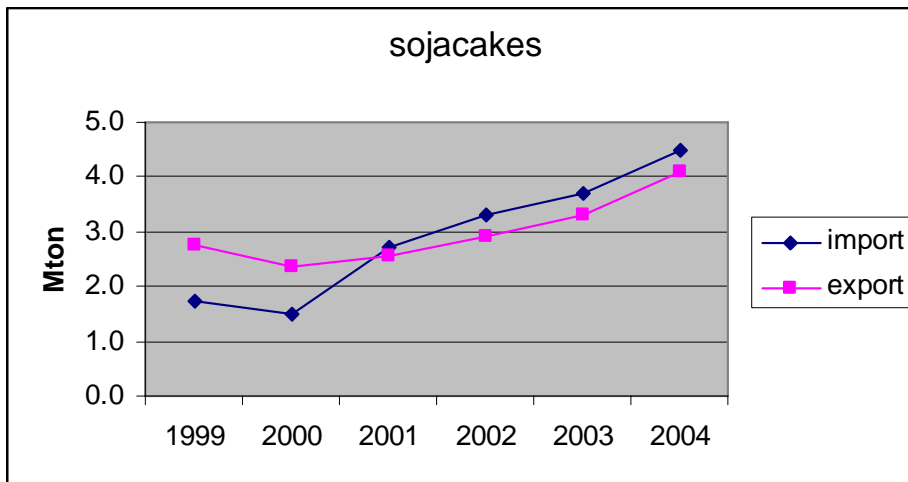


De herkomst van sojaschroot (cakes) is met name Argentinië en Brazilië (Figuur 5, zie ook Hirsch, 2001). De export en import van sojacakes stijgen de laatste jaren min of meer parallel, zodat de netto import van sojacakes niet veel is toegenomen (Figuur 6).

Figuur 5 Import van sojacakes in NL (data totaal : FAO; Argentinië, Brazilië: Oil World Annual)



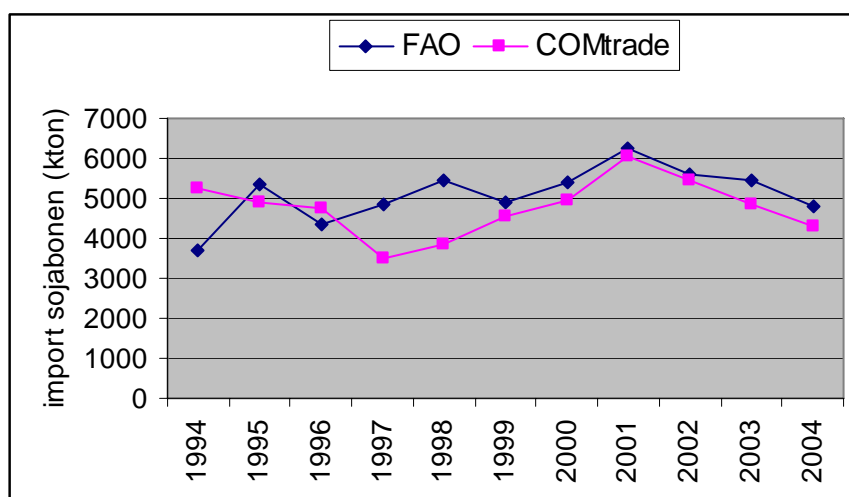
Figuur 6 Import en export van sojacakes (data FAOstat)



Merk op dat de data in de verschillende statistieken niet volledig overeenkomen. De optelsom van Argentinië en Brazilië (Figuur 5, Oil World Annual) in sommige gevallen hoger ligt dan het totaal (FAO). In onderstaande figuur worden de sojabonen import tijdreeksen van FAO en UN Comtrade vergeleken.



Figuur 7 Vergelijking sojabonen import data van FAOstat en UN Comtrade



Voor Brazilië als belangrijkste land van herkomst van soja worden gegevens voor de bemesting gegeven in Tabel 27.

Tabel 27 Kunstmestgebruik voor sojateelt in Brazilië (samenstelling en gebruik FAO 2004; GER-waarden zie Tabel 24)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Energie inhoud (TJ/kton)	47,1	7,6	5,10
Gebruik (kg/ha)	8	66	62

Aan de hand van deze getallen en een opbrengst van 2.295 kg droge stof per ha (Bos, 2006) kan het energiegebruik als gevolg van kunstmestgebruik worden bepaald : 0,52 MJ per kg droge stof ofwel 0,46 MJ/kg sojaboon.

Het verdere energiegebruik over de keten voor soja is overgenomen uit verschillende bronnen. De meest recente bron heeft in principe de voorkeur, waarbij wel gekeken is naar hoe recent de data zelf zijn die in die bron zijn gebruikt. Uitgangspunt is teelt in Brazilië. Gebruikte allocatie is 68% en gewichtaandeel van schroot is 80% (zie bijlage C.2).

Tabel 28 Ketengegevens voor sojaschroot (in MJ primair per kg)

		MJ/kg		
teelt	kunstmest	0,39	7%	eigen berekening
	brandstoffen (120 l/ha)	1,50	26%	Bos, 2006
	zaaigoed			p.m.
	bestrijdingsmiddelen			p.m.
verwerken	drogen	0,31	6%	Bos, 2006
transport	vrachtwagen (650 km)	1,09	19%	Bos, 2006
transport	zeevaart (10.000 km)	0,60	10%	Bos, 2006
verwerken	crushing / extractie	1,02	18%	Eriksson, 2005
transport	binnenvaart/vrachtwagen (100 km)	0,12	2%	zie bijlage C
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	8%	zie bijlage C
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	3%	zie bijlage C
	Totaal	5,69		

De beste bepaling van het ketenenergiegebruik van sojaschroot in mengvoer in deze studie is 5,7 MJ per kg (economische allocatie). Vóór het in mengvoer wordt gebruikt is het energiebeslag 5,0 MJ per kg. Deze waarden komen goed overeen met de range van cijfers die in literatuurbronnen als totale energie-inhoud inclusief teelteffecten voor sojaschroot worden genoemd (zie bijlage C.3).

Transport draagt zo'n 35% bij aan het totaal, kunstmestgebruik en brandstofgebruik tijdens de teelt ruim 30%.

B.3 Oliezaden

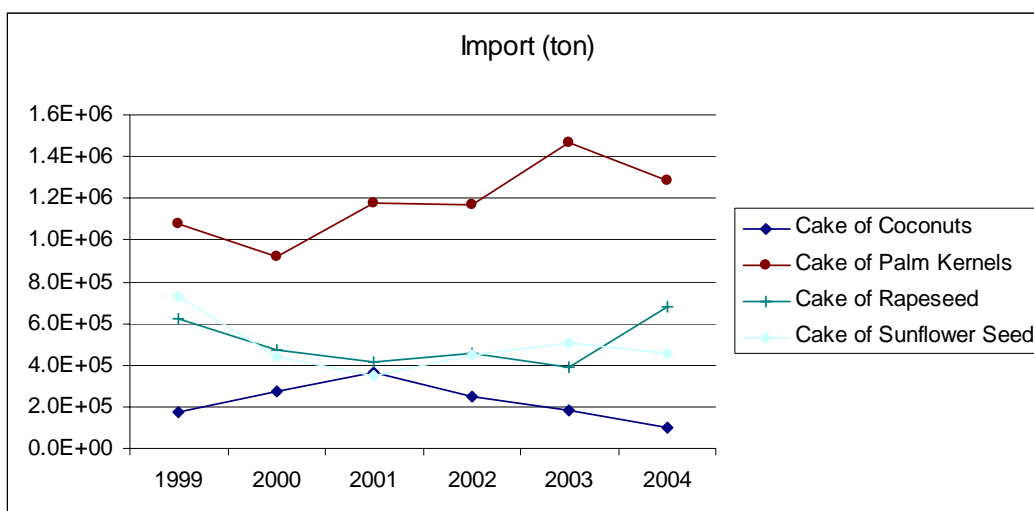
Naast soja zijn de belangrijkste oliehoudende zaden die als cake/schroot worden ingevoerd kokos, palmpit, koolzaad¹⁸ en zonnebloem (zie Figuur 8). De extractie van olie uit de oliezaden gebeurt in het algemeen in twee fases. Eerst is er een persing, waarbij nog relatief veel olie in het schroot overblijft, dat vervolgens door middel van extractie, veelal met hexaan, ook nog wordt gewonnen. Het schroot wordt daarna gedroogd, gemalen en/of gepelletiseerd. Voor palmolie geldt dat de olie zowel uit het rond de pit liggende "vruchtvlees" wordt geperst als geëxtraheerd uit de pit zelf. Het schroot is dus het bijproduct van dit laatste.

Kokos- en palmpitschroot zijn voornamelijk afkomstig uit Zuid-Oost Azië (Oostdijk, 2003). Koolzaadschroot is voor 70% tot 90% afkomstig uit Duitsland en zonnebloemschroot voor zo'n 90% uit Argentinië (data UN Comtrade over 2001-2004).

¹⁸ Rapeseed is eigenlijk raapzaad hetgeen strikt genomen iets anders is dan koolzaad (colza seed); deze namen worden echter algemeen door elkaar gebruikt.

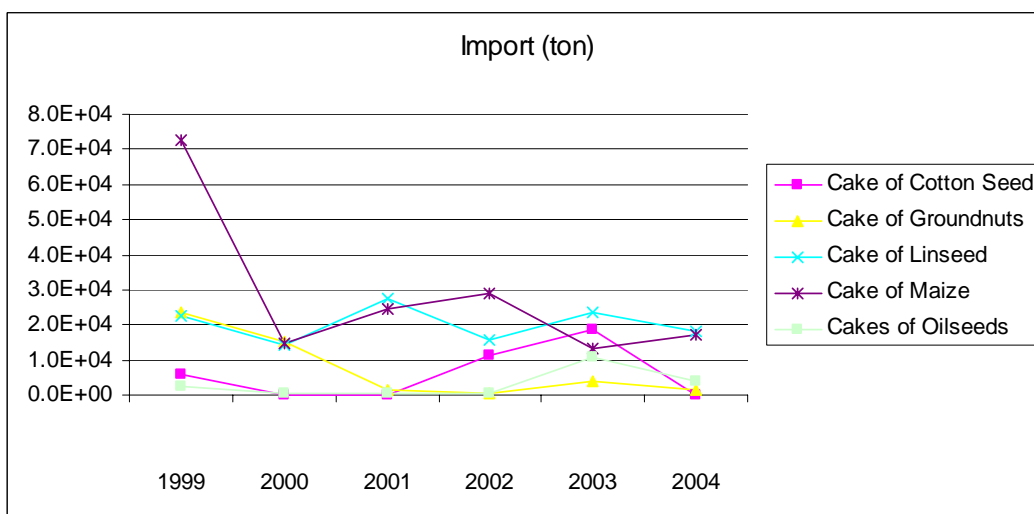


Figuur 8 Import van schroot van omvangrijkste stromen oliehoudende zaden in Nederland (FAOstat)



In Figuur 9 worden import tijdsreeksen voor de minder belangrijke oliezaden weer-gegeven. Deze stromen zijn ongeveer 10 keer zo klein als die in de vorige figuur.

Figuur 9 Import van schroot van minder omvangrijke stromen oliehoudende zaden in Nederland (FAOstat)



In onverwerkte vorm wordt ook nog 68 kton koolzaad en 500 kton zonnebloem-zaad ingevoerd (netto). Voor kokosnoten en palmpitten is dit slechts 2 à 3 kton (FAOstat, zie Tabel 29). In Tabel 16 wordt alleen voor zonnebloemzaad melding gemaakt van invoer van zaad ten behoeve van krachtvoer. Het is mogelijk dat het geïmporteerde koolzaad (Tabel 29) niet voor veevoer wordt gebruikt en daar-om niet in Tabel 16 terugkomt. Voor palmpit en kokos zijn de hoeveelheden waarschijnlijk zo klein dat deze in Tabel 16 daarom niet voorkomen.

Tabel 29 Netto import in Nederland (2004) van zaad en schroot voor omvangrijkste stromen oliezaaden (bron: FAOstat, tussen haakjes data UN Comtrade)

	netto import zaad	netto import schroot
	kton	kton
Koolzaad	68	613
zonnebloemzaad	500 (586)	137 (32)
Palmpit	2	797
Kokos	3	64

Het lijkt dus aannemelijk dat alleen voor het geïmporteerde zonnebloemzaad geldt dat Nederlandse verwerking een belangrijke bijdrage aan het volume krachtvoergrondstof heeft. Bij verwerking van zonnebloemzaad is het schroot ongeveer de helft van het gewicht (zie bijlage C.2). Bij vergelijking van de getallen voor zonnebloemzaad in bovenstaande tabel en die in Tabel 16 blijkt dan dat de data van UN Comtrade beter overeenkomen met die van het Productschap Diervoeder dan de data van FAOstat.

De import van (onverwerkt) zonnebloemzaad is variabel maar in 2003 en 2004 voornamelijk afkomstig uit Hongarije (35%-45%) en Frankrijk (10%-25%).

Tabel 30 Kunstmestgebruik voor zonnebloemteelt in Argentinië (bron: gebruik FAO, 2002; energie-inhoud gemiddeld, zie Tabel 24)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Energie inhoud (TJ/kton)	44	8	5
Gebruik (kg/ha) (50% van oppervlak)	25	5	2
	575 MJ/ha		

Opbrengst per ha voor zonnebloemteelt in Argentinië is 1,8 ton (Tabel 23) en in Hongarije 2,1 ton. Het energiegebruik per eenheid opbrengst als gevolg van kunstmest is dus 0,32 MJ/kg en 1,13 MJ/kg, respectievelijk (Tabel 30, Tabel 31).

Tabel 31 Kunstmestgebruik voor zonnebloemteelt in Hongarije (bron: gebruik FAO, 2002; energie-inhoud gemiddeld, zie Tabel 24)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Energie inhoud (TJ/kton)	44	8	5
Gebruik (kg/ha)	50	13	15
	2.379 MJ/ha		

Opbrengst per ha voor koolzaadteelt in Duitsland is 3,4 ton (Tabel 23). Het energiegebruik per eenheid opbrengst als gevolg van kunstmest is dus 2,44 MJ/kg (Tabel 32).



Tabel 32 Kunstmestgebruik voor koolzaadteelt in Duitsland (bron: gebruik FAO, 2002; energie-inhoud gemiddeld, zie Tabel 24)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Energie inhoud (TJ/kton)	44	8	5
Gebruik (kg/ha)	170	45	90
8.290 MJ/ha			

Voor oliepalm is de opbrengst in “fresh fruit bunches” 17,2 ton/ha (Tabel 23). Het energiegebruik per eenheid opbrengst als gevolg van kunstmest is 0,32 MJ/kg FFB.

Tabel 33 Kunstmestgebruik voor oliepalm teelt in Maleisië (bron: gebruik FAO, 2002; energie-inhoud gemiddeld, zie Tabel 24)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Energie inhoud (TJ/kton)	44	8	5
Gebruik (kg/ha) (95% opp.)	100	45	205
5.496 MJ/ha			

In de onderstaande tabellen wordt voor koolzaadschroot, zonnebloemschroot (twee landen van herkomst) en palmpitschroot het energiegebruik per ketenstap gegeven.

Tabel 34 Energiegebruik in de keten van koolzaadschroot (Duitsland). Allocatie 33% en gewichtaandeel schroot 60% (bijlage C.2)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	1,34	31%	eigen bepaling
	brandstoffen	0,80	18%	Bos, 2006
	zaaigoed		0%	pro memori
	bestrijdingsmiddelen		0%	pro memori
verwerken	drogen	0,25	6%	Bos, 2006
	extractie	0,29	7%	Eriksson, 2005 (gemiddeld)
transport	vrachtwagen (383 km)	0,76	17%	Bos, 2006
transport	binnenvaart (468 km)	0,28	6%	Bos, 2006
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	11%	Bijlage C
	vrachtwagen (100 km)	0,20	5%	Bijlage C
	totaal	4,4		

Tabel 35 Energiegebruik in de keten van zonnebloemschroot (Argentinië). Allocatie 26% en gewichtaandeel schroot 60% (zie bijlage C.2)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,14	4%	Eigen bepaling
	brandstoffen	0,63	16%	Als koolzaad Duitsland
	zaaigoed			Pro memori
	bestrijdingsmiddelen			Pro memori
verwerken	drogen	0,20	5%	Als koolzaad Duitsland
verwerken	extractie	0,23	6%	Als koolzaad Duitsland
transport	vrachtwagen (650 km)	1,29	33%	Als soja Brazilië
transport	zeevaart (10.000km)	0,70	18%	Als soja Brazilië
transport	binnenvaart/vrachtwagen (100 km)	0,12	3%	Bijlage C
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	12%	Bijlage C
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	5%	Bijlage C
	totaal met allocatie	4,0		

Tabel 36 Energiegebruik in de keten van zonnebloemschroot (Hongarije). Allocatie 26% en gewichtaandeel schroot 60% (zie bijlage C.2)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,49	16%	Eigen bepaling
	brandstoffen	0,63	20%	Als koolzaad Duitsland
	zaaigoed			Pro memori
	bestrijdingsmiddelen			Pro memori
verwerken	drogen	0,20	6%	Als koolzaad Duitsland
transport	vrachtwagen (1.500 km)	0,80	25%	eigen bepaling
verwerken	extractie	0,23	7%	Als koolzaad Duitsland
transport	binnenvaart/vrachtwagen (100 km)	0,12	4%	
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	15%	Bijlage C
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	6%	
	totaal	3,4		

Tabel 37 Energiegebruik in de keten van palmpitschroot (Maleisië/Indonesië). Allocatie 3% (zie bijlage C.2) en gewichtaandeel schroot in Fresh Fruit Bunch 5%

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,19	3%	per kg FFB, schatting (Maleisië)
	brandstoffen	2,80	44%	schatting (CE, 2006a)
	zaaigoed			p.m.
	bestrijdingsmiddelen			p.m.
transport	vrachtwagen (50 km)	0,06	1%	schatting
verwerken	sterilisatie			p.m.
verwerken	olie extractie (mill)	1,27	20%	MJ per kg FFB (CE, 2006a)
verwerken	drogen			p.m.
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	3%	CE, 2006a
transport	zeevaart (15.500 km)	1,09	17%	CE, 2006a
transport	vrachtwagen/binnenvaart (100 km)	0,12	2%	zie bijlage C
verwerken	assemblage voer	0,46	7%	zie bijlage C
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	3%	zie bijlage C
	totaal	6,4		



B.4 Granen

Van de tarwe is ruim 40% van binnenlandse herkomst (Tabel 16). Voor maïs is dat percentage 14% en voor gerst 23%. Import van maïs en gerst komt voor zo'n 90% uit Frankrijk en Duitsland¹⁹. Data voor kunstmestgebruik bij de teelt van deze grondstoffen in de verschillende landen zijn overgenomen van FAO (2002) en deze zijn omgerekend naar energiegebruik met behulp van gemiddelde GER-waarden (Tabel 24). In Tabel 38 wordt hiervan een overzicht gegeven.

Tabel 38 Energiegebruik voor kunstmest voor voedergranen

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Energie beslag	Opbrengst	Energie beslag
	Kg/ha	Kg / ha	Kg / ha	MJ/ha	Ton/ha	MJ/kg
tarwe NL	190	9	10	8.482	8,4	1,01
maïs FR	170	59	36	8.132	8,5	0,96
gerst FR	120	48	25	5.789	6,3	0,92
gerst DL	150	30	32	7.000	5,8	1,21
<i>MJ/kg</i>	<i>44</i>	<i>8</i>	<i>5</i>			

Data voor energiegebruik tijdens teelt, drogen en transportafstanden zijn overgenomen uit (Bos, 2006). Deze data betreffen biologische teelt. Daarom is de opbrengst per ha overgenomen uit FAOstat, maar zijn de brandstofgebruiken per ha wel overgenomen uit (Bos, 2006).

Tabel 39 Energiegebruik in de keten van voedertarwe (Nederland). Allocatie 88% (zie bijlage C.2)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,89	42%	eigen bepaling
	Brandstoffen (108 l/ha)	0,43	20%	Bos, 2006
	zaaigoed			pm
	bestrijdingsmiddelen			pm
verwerken	drogen	0,03	1%	Bos, 2006
transport	Vrachtwagen/binnenvaart (100 km)	0,12	6%	Bijlage C.1
verwerken	assemblage voer	0,46	22%	zie bijlage C.1
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	9%	zie bijlage C.1
	totaal	2,13		

Tabel 40 Energiegebruik in de keten van voedergerst (Frankrijk/Duitsland). Allocatie 88% (zie bijlage C.2)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,92	28%	Eigen bepaling
	Brandstoffen (130 l/ha)	0,73	22%	Bos, 2006
	zaaigoed			pm
	bestrijdingsmiddelen			pm
transport	Vrachtwagen (383 km)	0,76	23%	Bos, 2006
	Binnenvaart (468 km)	0,28	8%	Bos, 2006
verwerken	assemblage voer	0,46	14%	zie bijlage C.1
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	6%	zie bijlage C.1
	totaal	3,35		

¹⁹ Hierbij is het lastig om onderscheid te maken naar herkomst van voedergraan en granen voor directe menselijk consumptie; er is aangenomen dat dit niet uitmaakt.

Tabel 41 Energiegebruik in de keten van voedermaïs (Frankrijk)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,96	30%	Eigen bepaling
	brandstoffen (139 l/ha)	0,57	18%	Bos, 2006
	zaaigoed			pm
	bestrijdingsmiddelen			pm
transport	vrachtwagen (383 km)	0,76	24%	Bos, 2006
	binnenvaart (468 km)	0,28	9%	Bos, 2006
verwerken	assemblage voer	0,46	14%	zie bijlage C.1
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	6%	zie bijlage C.1
	totaal	3,22		

B.5 Maisgluten en tarwebijproducten

Maïsglutenvoer wordt voor ongeveer de helft geïmporteerd; dit deel komt vrijwel uitsluitend uit Noord Amerika (84%, EU agricultural trade statistics, 2005). De energie- en kunstmestgebruikcijfers en de opbrengst per ha (9 ton/ha, zie ook Tabel 23) zijn overgenomen uit Kim & Dale (2005). Samen met de algemene kentallen (bijlage C.1) levert dit een energiegebruik door kunstmest van 0,98 MJ/kg maïs en door brandstofgebruik bij teelt van 0,38 MJ/kg maïs.

Als typische regio van herkomst is genomen de staat Iowa, met achtereenvolgens transporten over rivier, oceaan en binnen Nederland.

Tabel 42 Energiegebruik in de keten van maïsgluten (VS). Allocatie 18% en gewichtaandeel gluten 25% (zie bijlage C.2)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,71	11%	Eigen bepaling (Kim, 2005)
	brandstof en elektriciteit	0,27	4%	Kim, 2005
	zaaigoed			pm
	bestrijdingsmiddelen			pm
verwerken	wet milling	3,19	49%	Kim, 2002
transport	drogen			pm
verwerken	binnenschip (1.600 km)	0,96	15%	Iowa - New Orleans
transport	zeevaart (9.000 km)	0,63	10%	New Orleans - R'dam
transport	binnenvaart/vrachtwagen (100 km)	0,12	2%	zie bijlage C
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	7%	zie bijlage C
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	3%	zie bijlage C
	totaal	6,54		

De andere helft van het geconsumeerde maïsgluten is afkomstig van verwerking in Nederland van buitenlandse grondstof (Tabel 16). Aanname is dat het totaal energiebeslag over de keten in dit geval hetzelfde uitpakt, hoewel de verdeling wel enigszins anders zal zijn en uiteraard de verdeling energiegebruik binnen/buiten Nederland verschilt. In de berekening wordt de totale hoeveelheid maïsgluten behandeld alsof het import uit de VS betreft.

Energiedata voor tarwegries (co-product van tarwemeel/bloem) zijn grotendeels overgenomen uit de Uitgebreide Energiestudie (UES) voor de NVM (Eijk, 2005).



De tarwe voor menselijke consumptie is grotendeels uit Frankrijk en Duitsland afkomstig, maar deels ook van verder weg.

Tabel 43 Energiegebruik in de keten van tarwegries (EU). Allocatie naar gewicht en gewichtpercentage krachtvoer ingrediënt van ingenomen tarwe 5% (Eijk, 2005)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	1,40	33%	UES
	brandstoffen	0,80	19%	UES
	zaaigoed			pm
	bestrijdingsmiddelen			pm
transport	zeevaart (6.000 km, 5% van totaal)	0,90	21%	UES
	binnen EU (binnenvaart/weg)	0,02	0%	UES
verwerken	meelfabrikant	0,41	9%	UES
transport	binnenvaart/vrachtwagen (100 km)	0,12	3%	bijlage C.1
verwerken	assemblage voer	0,46	11%	zie bijlage C.1
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	5%	zie bijlage C.1
	totaal	4,31		

Merk op dat in de UES een energiegebruik voor kunstmest van 1,4 GJ per ton ingenomen tarwe wordt gebruikt. Met kunstmestgebruik voor tarweteelt in Frankrijk (FAO, 2002) en de gemiddelde GER-waarden voor kunstmest (Tabel 24) zou deze waarde 0,64 GJ per ton zijn. Mogelijk is het energiebeslag van kunstmestgebruik hier dus aan de hoge kant.

Hetzelfde geldt voor de gegevens voor tarwezetmeel. Bij gebrek aan precieze gegevens is aangenomen dat de hoeveelheid tarwezetmeel (Tabel 15) volledig naar de varkenssector gaat.

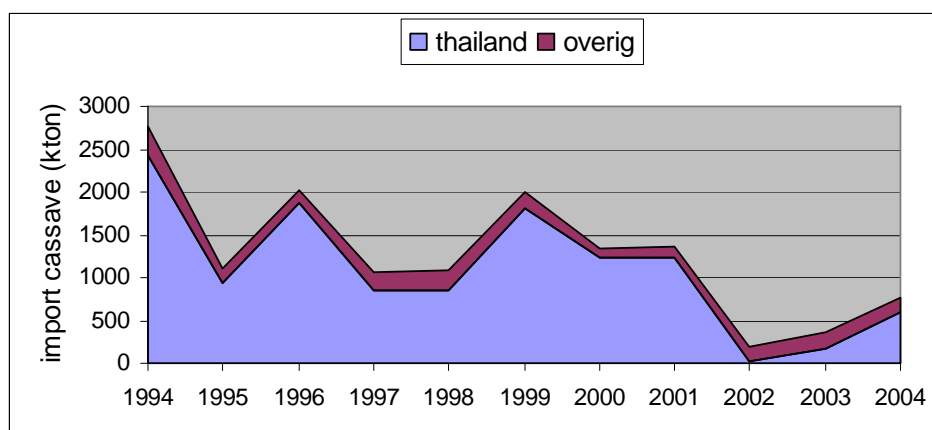
Tabel 44 Energiegebruik in de keten van tarwezetmeel (EU). Allocatie naar gewicht en gewichtpercentage krachtvoer ingrediënt van ingenomen tarwe 3% (Eijk, 2005)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	1,40	28%	UES
	brandstoffen	0,80	16%	UES
	zaaigoed			pm
	bestrijdingsmiddelen			pm
transport	zeevaart (6.000 km, 5% van totaal)	0,90	18%	UES
	binnen EU (binnenvaart/weg)	0,02	0%	UES
verwerken	meelfabrikant	0,41	8%	UES
	zetmeelfabrikant	0,70	14%	UES
transport	binnenvaart/vrachtwagen (100 km)	0,12	2%	bijlage C.1
verwerken	assemblage voer	0,46	9%	zie bijlage C.1
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	4%	zie bijlage C.1
	totaal	5,01		

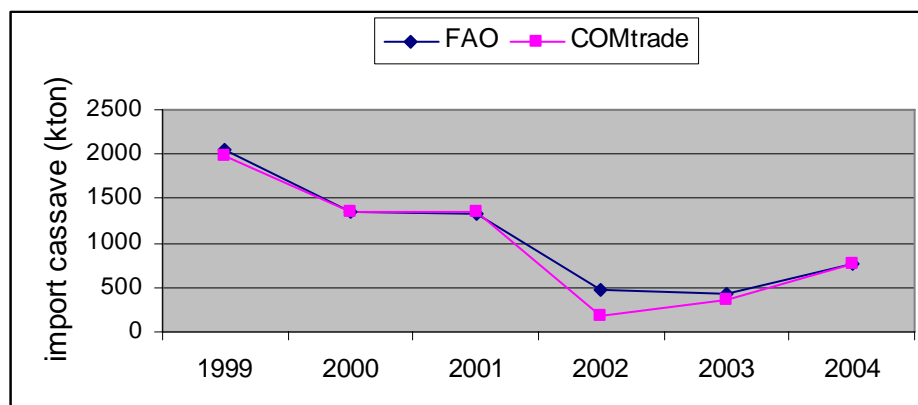
B.6 Cassave

De import van cassave is sterk variabel, zoals in Figuur 13 duidelijk is te zien. Volgens Tabel 19 wordt in 2006 zelfs geen cassave gebruikt in krachtvoer. In 2004 werd er volgens het PDV echter 656 kton gebruikt (Tabel 16).

Figuur 10 Import van cassave (gedroogd) in NL (data UN Comtrade)



Figuur 11 Vergelijking van de importcijfers van FAO en UN Comtrade



De voornaamste kunstmest in Thailand is “15-15-15” (CMU, 2003) waarbij de cijfers staan voor de aandelen van N, P₂O₅, K₂O (NPK) in de kunstmest. Als GER-waarde gebruiken we die van “17-17-17” (Tabel 24) namelijk 9,3 MJ/kg. De opbrengst van velden met bemesting van 234 kg “15-15-15” per ha is 21 ton/ha (Paisanchaen, 2002). Dit geeft een energiegebruik van 0,1 MJ per kg cassaveknol.

Het drogen van de cassave gebeurt grotendeels in de zon, zodat hiervoor geen energiegebruik is gerekend.



Tabel 45 Energiegebruik in de keten van cassave (Thailand). Allocatie 100% en gewichtaandeel 40% (zowel drogen als snijden, etc.)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg		bron
teelt	kunstmest	0,25	7%	eigen bepaling
	brandstoffen			pm
	zaaigoed			pm
	bestrijdingsmiddelen			pm
verwerken	schillen/drogen/snijden (chips, pellets)	1,00	28%	Brand,man 1993
transport	vrachtwagen (200 km)	0,40	11%	NEPO 2000 (prod.locaties)
transport	zeevaart (16.900 km)	1,18	33%	afstand Bangkok - R'dam
transport	vrachtwagen/binnenvaart (100 km)	0,12	3%	zie bijlage C
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	13%	zie bijlage C
transport	vrachtwagen (100 km)	0,20	5%	zie bijlage C
	totaal	3,61		

B.7 Overige bij- en restproducten

B.7.1 Bietenpulp

Bij de verwerking van suikerbieten komt een aantal reststromen vrij, waaronder het zogeheten bietenpulp. Dit bietenpulp wordt geperst van een droge stof gehalte van 10% tot 24%. Resultaat is het zogeheten perspulp, waarvan per 1.000 kg verwerkte bieten 210 kg vrijkomt (informatie IRS; zie ook Bos, 2003). De perspulp kan verder worden gedroogd, naar een droge stof percentage van 88% (57 kg per ton biet). Deze gedroogde pulp of pulpbrokjes worden voornamelijk in mengvoer verwerkt. De perspulp is voornamelijk bestemd voor melkveehouders, die het dan eventueel op eigen terrein inkuilen.

De jaarlijkse productie van perspulp in Nederland is zo'n 1,5 Mton (IRS, 2002) dat wordt afgezet als 700 kton perspulp en 200 kton brokjes. Deze hoeveelheden komen goed overeen met de data in Tabel 14 en Tabel 15 (251 kton brokjes en 773 kton perspulp, respectievelijk) maar cijfers in Tabel 16 (29 kton brokjes van binnenlandse herkomst en 141 kton import) lijken hiermee niet in overeenstemming.

Het kunstmest gebruik per ha is voor N, P₂O₅ en K₂O 108, 50 en 70 kg respectievelijk (FAO, 2002). Met de standaard energiekentallen voor kunstmest (bijlage C.1) en een opbrengst van 60 ton/ha biet (Tabel 23) komt dit op 0,09 MJ/kg biet aan energiegebruik via kunstmest.

Tabel 46 Energiegebruik in de keten van perspulp (NL). Allocatie 11% en gewichtaandeel 21% (zie bijlage C.2)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg	bron
teelt	kunstmest	0,05	Eigen bepaling
	brandstoffen	0,08	LCAFOODDK
	zaaigoed		p.m.
	bestrijdingsmiddelen		p.m.
transport	vrachtwagen (100 km)	0,10	Brand, 1993
	persen	0,22	Brand, 1993
	transport naar veehouder	0,20	bijlage C
	totaal	0,66	

Tabel 47 Energiegebruik in de keten van pulpbrokjes (NL). Gewichtfactor t.o.v. perspulp is 27%

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg	bron
	<i>perspulp</i>	1,7	<i>Per kg pulpbrok</i>
verwerken	drogen	9,2	Van 24% ds naar 88% ds
transport	vrachtwagen 50 km	0,1	
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	bijlage C
transport	transport naar veehouder	0,20	bijlage C
	totaal	11,7	

B.7.2 Wei

Ketengegevens voor wei en weipoeder zijn overgenomen van Bos (2006), waarbij waar van toepassing de kentallen uit bijlage C.1 zijn gebruikt. Voor 1 kg weipoeder is 15 kg verse wei nodig.

Tabel 48 Gegevens wei (bron: Bos, 2006)

	wei	weipoeder
Percentage droge stof	6%	90%
MJ per kg	0,30	25,94
MJ per kg d.s.	4,97	28,82
MJ eindtransport / kg d.s.	3,30	0,22
Totaal MJ / kg d.s.	8,27	29,04
Totaal MJ/kg	0,50	26,14

B.7.3 Citruspulp

Voor citruspulp zijn gegevens overgenomen uit Brand (1993). Land van herkomst is Florida. Energie-inhoud op het moment van vrijkomen van de stroom als restproduct van sapproductie wordt op nul gezet, maar door daaropvolgende bewerking en transport is de energie-inhoud van het pulp als het in het mengvoer komt toch relatief hoog.

Tabel 49 Energiegebruik in de keten van citruspulp (VS)

fase	specificatie	MJ _{prim} / kg	bron
	<i>teelt, etc. grondstof</i>	0	<i>pm</i>
verwerken	drogen etc	5,0	Brand, 1993
transport	zee (10.000 km)	0,70	Brand, 1993
	binnenvaart/weg (100 km)	0,12	bijlage C
verwerken	mengvoer assemblage	0,46	bijlage C
transport	transport naar veehouder	0,20	bijlage C
	totaal	6,48	

B.7.4 Bierbostel, stoomschillen

Ook voor bierbostel zijn gegevens deels overgenomen uit Brand (1993). Teelt van de grondstof (gerst) wordt hier wel meegenomen aan de hand van de GER-waarde die in bijlage B.4 is bepaald. Allocatie en gewichtverhoudingen komen van Brand (1993).

Tabel 50 Energiegebruik in de keten van bierbostel (EU/NL)

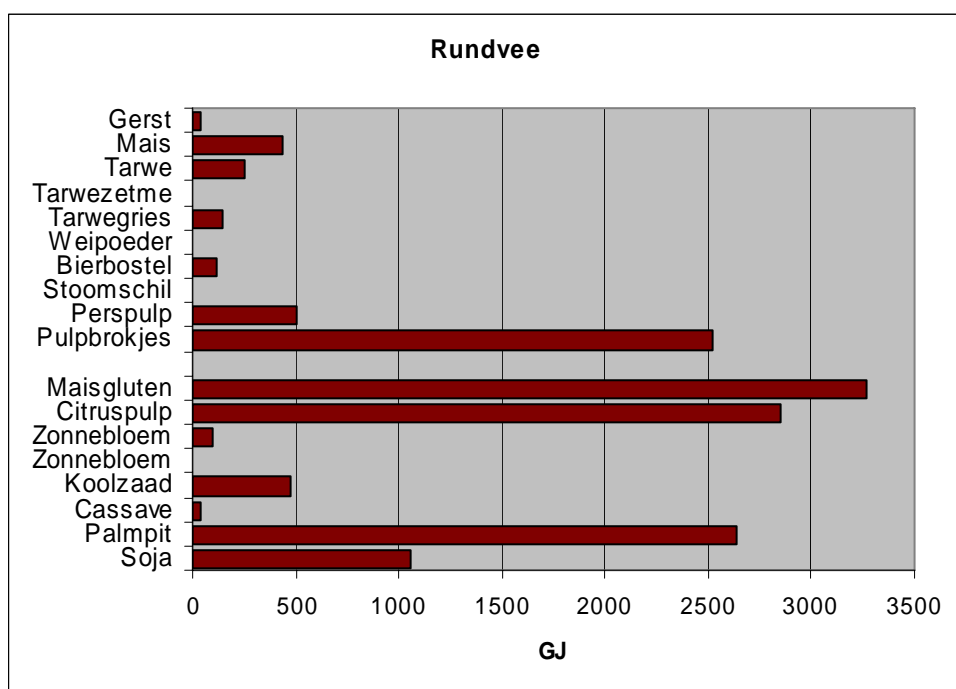
fase	specificatie	MJ _{prim} / kg	bron
	Teelt, etc. grondstof	0,04	Gerst (zie bijlage B.4), allocatie 30%, 22 kg bostel per kg gerst)
verwerken	Malen, persen	0,22	Brand, 1993
transport	Naar veehouder (100 km weg)	0,20	bijlage C
	totaal	0,45	

Bij gebrek aan data hanteren we voor aardappelstoomschillen dezelfde GER-waarde van 0,45 MJ/kg.

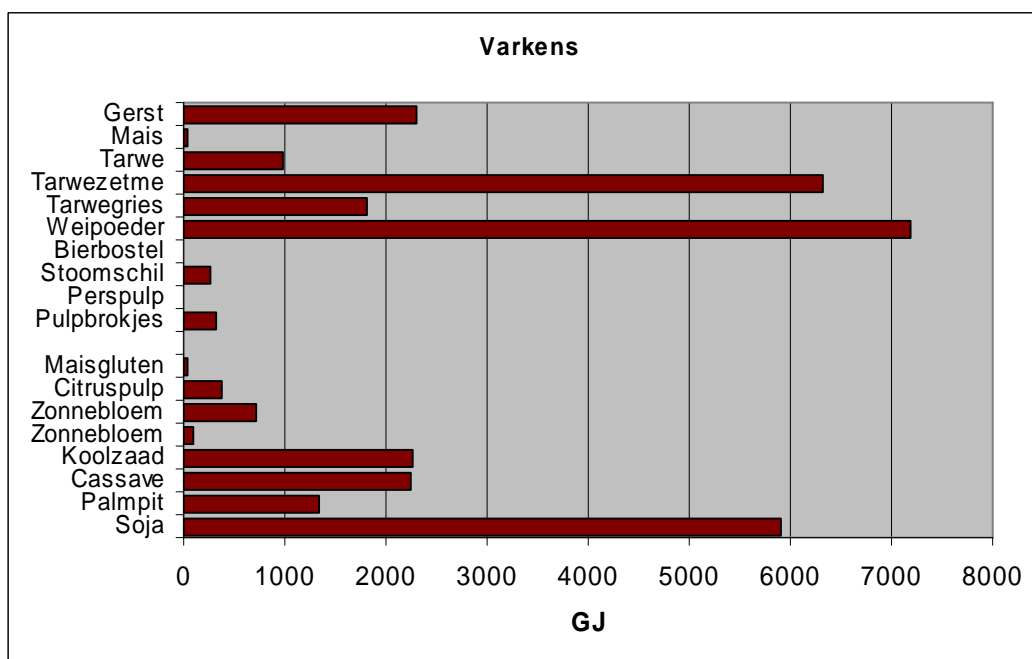
B.8 Energie per grondstof en diersoort

Op basis van de gegevens in deze bijlage is een beeld opgesteld van de verdeling van energiebeslag over grondstoffen, voor de verschillende rantsoenen per diersector. Omdat de rantsoengegevens voor rond 2000 gelden en de totale volumestromen voor 2004 zijn de resultaten niet helemaal consistent; ze geven daarom slechts een beeld van het energiebeslag.

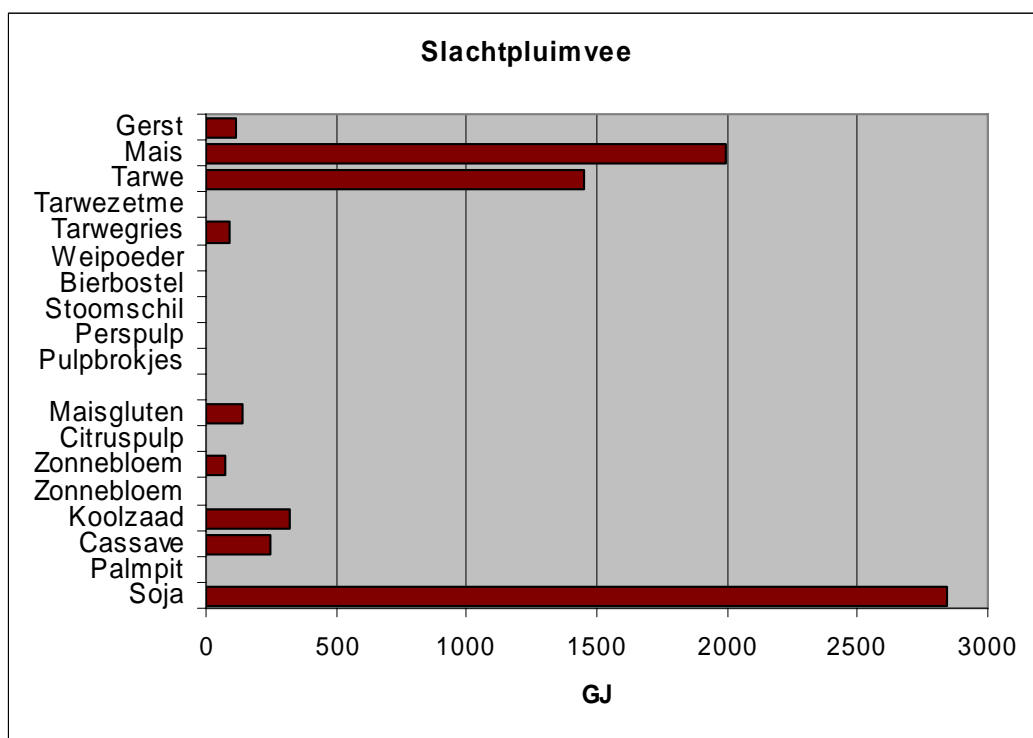
Figuur 12 Schatting van de bijdrage aan energiebeslag per grondstof voor rundvee



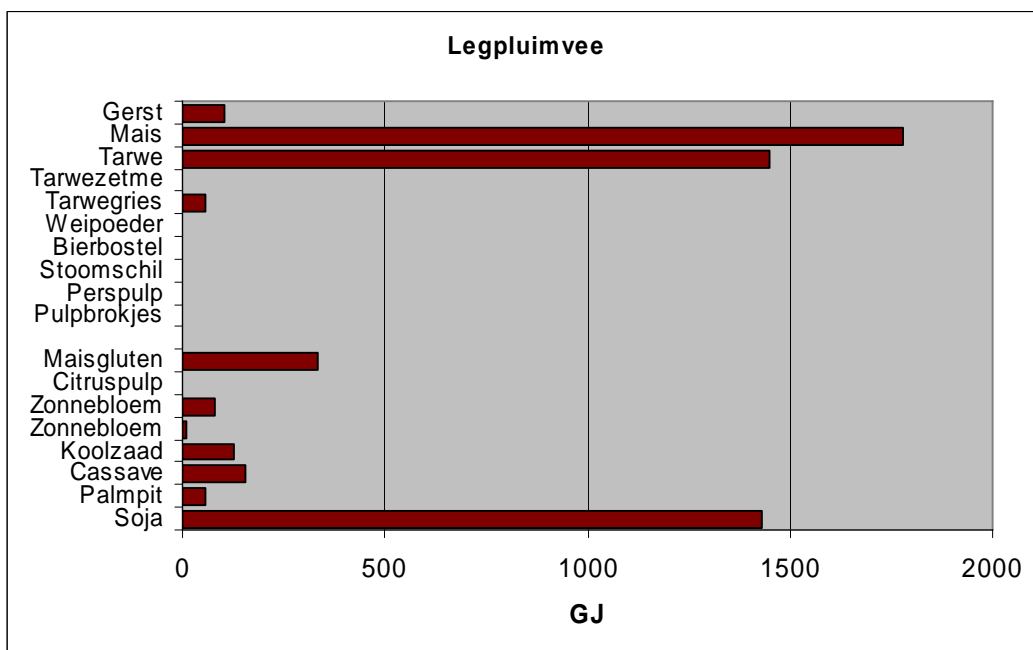
Figuur 13 Schatting van de bijdrage aan energiebeslag per grondstof voor varkens



Figuur 14 Schatting van de bijdrage aan energiebeslag per grondstof voor slachtpluimvee



Figuur 15 Schatting van de bijdrage aan energiebeslag per grondstof voor legpluimvee





C Algemeen

C.1 Kentallen

In Tabel 51 staat een aantal algemeen in de analyse in bijlage B gebruikte kentallen. Grotendeels zijn deze overgenomen uit de databestanden bij het VT rekenprogramma LESS (levenscyclus energie systeem scan). Om de ketenenergieën van de verschillende grondstoffen zo min mogelijk te laten verschillen door afwijkende aannames op het gebied van de basiskentallen zijn literatuurgegevens - zo mogelijk - gecorrigeerd naar onderstaande kentallen. Bij transporten wordt geen rekening gehouden met het feit dat de retourrit mogelijk leeg plaatsvindt. Voor zee- en binnenvaart is dit overigens onwaarschijnlijk; alleen bij vrachtwagens kan dit mogelijk voorkomen.

Tabel 51 Algemeen gebruikte kentallen in de analyse in bijlage B

Transport	Vrachtwagen	1,98	MJprim/tonkm	LESS
	Binnenvaart	0,6	MJprim/tonkm	LESS
	Zee	0,07	MJprim/tonkm	LESS
Energie	Warmte	1,23	MJprim/MJ	LCAFOOD
	Aardgas	1,01	MJprim/MJ	LESS
	Aardgas	32	MJprim/m ³	LESS
	Diesel	1,11	MJprim/MJ	LESS
	Diesel	38,3	MJprim/liter	LESS
	Elektriciteit	2,5	MJprim/MJ	LESS (efficiëntie 40%)
	Elektriciteit	9	MJprim/kWh	LESS (efficiëntie 40%)
Kunstmest	N	44	MJprim/kg N	Ramirez (gemiddeld)
	P	8	MJprim/kg P ₂ O ₅	Ramirez (gemiddeld)
	K	5	MJprim/kg K ₂ O	Ramirez (gemiddeld)
	<i>(alleen gebruikt als geen specifieke data bekend zijn)</i>			
Eind keten	transport in NL naar mv-bedrijf	0,12	MJprim/kg	100 km, 55% binnenvaart, 45% vrachtwagen, volgens Bos 2006
	assemblage mengvoer	0,46	MJprim/kg	gemiddelde Kramer, 2006 en Ramirez, 2006
	transport naar veehouder	0,20	MJprim/kg	100 km, vrachtwagen

C.2 Allocatie

Zoals besproken in paragraaf 2.1 is het "toerekenen" van milieudruk aan bepaalde producten lastig als er in één keten meer dan één product ontstaat. Bij veel van de mengvoer- en krachtvoergrondstoffen is dit het geval. Omdat het hierbij vaak gaat om producten met zeer verschillende functie kiezen we in principe voor economische allocatie.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van verschillende allocatiedata in de literatuur, waarbij wordt opgemerkt dat de genoemde bronnen in het algemeen ook economische allocatie toepassen. De verhoudingen in massa van de verschillende producten wordt ter illustratie ook gegeven en is daarna van belang voor het bepalen van de hoeveelheid grondstof die nodig is voor een bepaalde hoeveelheid product (in ons geval voedingrediënt).

Tabel 52 Allocatiefactoren voor verschillende co-producten

Gewas	Coproducten			Methoden	Bron
Suikerbiet	Suiker	Melasse	Pulp (24%ds)		
	16%	84%		massa	Zhu, 2004
	91%	9%		prijs	Zhu, 2004
	16%	3,5%	21%	massa	IRS, 2002
	66%	12,0%	22%	massa	Cederberg, 2000
	83%	6,0%	11%	prijs	Cederberg, 2000
Mais	methanol	olie	gluten		
	51%	6,6%	43%	massa	Kim, 2002
	zetmeel	gluten	kiemmeel		
	63%	25,0%	7%	massa	Cederberg, 2000
	78%	18,0%	4%	prijs	Cederberg, 2000
Gerst	korrels	stro			
	61%	39%		massa	Bos, 2006
	88%	12%		prijs	Bos, 2006
Tarwe	korrels	stro			
	(1) 63%	37%		massa	Bos, 2006
	88%	12%		prijs	Bos, 2006
	meel	gries			
	(2) 72%	28%		massa	Bos, 2006
	89%	11%		prijs	Bos, 2006
		17%		massa	Van Eijk en Koot, 2005
Koolzaad	olie	schilfers			
	36%	64%		massa	Bos, 2006
	67%	33%		prijs	Bos, 2006, Cederberg, 2000
	40%	60%		massa	Zhu, 2004, Cederberg, 2000
	77%	23%		prijs	Zhu, 2004
	50%	50%		onbekend	RIVM, 2004
	75%	25%		prijs	Senternovem PPO
Zonnebloem	olie	schilfers			
	50%	50%		massa	Zhu, 2004
	84%	16%		prijs	Zhu, 2004
	60%	40%		onbekend	RIVM, 2004
	31%	68%		massa	Cederberg, 2000
	63%	37%		prijs	Cederberg, 2000
Soja	olie	schilfers			
	17%	80%		massa	Bos, 2006
	32%	68%		prijs	Bos, 2006
	20%	80%		massa	Zhu, 2004, Cederberg, 2000
	30%	70%		prijs	Zhu, 2004
	17%	80%		massa	Eriksson, 2005
	31%	69%		prijs	Eriksson, 2005, Cederberg, 2000
	40%	60%		onbekend	RIVM, 2004
Palm	olie	pitschroot			
	87%	13%		massa	Cederberg, 2000
	97%	3%		prijs	Cederberg, 2000
Kokos	olie	schroot			
	97%	3%		massa	fractie van copra
Kaas	kaas	wei (nat)			
	10%	90%		massa	Bos, 2006
	95%	5%		prijs	Bos, 2006
Bier	Bier	Bostel			
	19%	81%		massa	Brand, 1993
	70%	30%		prijs	Brand, 1993

Dikgedrukte allocatiefactoren zijn gebruikt in de berekeningen betreffende de verschillende grondstoffen eerder in deze bijlage.



C.3 Literatuur overzicht

In de literatuur zijn diverse waarden voor ketenenergie-inhoud van voedingrediënten te vinden. Het is niet altijd even goed te achterhalen welke ketenstappen hier wel of niet in zijn meegenomen. Mede daarom is ook niet precies bekend waarom waarden verschillen; een deel van de verschillen is te verklaren door verschil in jaar of regio (land) waarvoor de ketenanalyse is gemaakt.

Tabel 53 Overzicht literatuurwaarden ketenenergie-inhoud

	Zonder kunstmest							
	MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg d.s.			MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg d.s.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
maïsgluten meel	4,2							
maïsgluten voer	2,5						5,9	
DDGS	5,6							
Gerst		1,45	1,3	2,8				3
Tarwe		1,34	1,1	2,4				3,7
Erwt		1,09	2,5	3,7				4,7
koolzaad cake		1,57	2,7	3,1		4,5	1,4	
koolzaad meel		2,39						
Koolzaad								6,4
soja schroot/meal/schilfers/cake		5,0	4,9			7,3	3,1	
Sojabonen				3,8	5,0			5,8
zonnebloemschroot								7,1
synthetische aminozuren		86,0						
Aardappeleiwit			7,4					
Wei			9,7					
Weipoeder			20,5					
Lupine			1,6		5,5			
Maïs			2,43					
CCM			0,94					
TGPS			0,59					
Veldboon			2,26					
Citruspulp							8,4	
gedroogde bietenpulp							12,8	
Kokosschilfers							3,1	
Palmpitschilfers							6,6	
Melasse							1,5	
schroot (alg)							3,6	
ruwvoer aangekocht							0,9	
Bierbostel							0,6	
Lucernemeel							2	
maalderijproducten							3,8	
Snijmaïs							0,8	
Tapioca							7,2	

(1) Kim, 2002.

(2) Eriksson, 2005.

(3) Bos, 2006, Nederlandse grondstoffen.

(4) Bos, 2006, Europese grondstoffen.

(5) Bos, 2006, rest van de wereld.

(6) Van der Werf, 2004.

(7) Oldenhof, 2004 / Brand, 1993; zonder teelt behalve maïs, incl. mengvoerbereiding.

(8) Nemecek, 2005, gegevens voor Zwitserland, alleen niet-hernieuwbare energie.